J. ESCOLAR

V. SMITH AGREDA · P. AMAT · J.M. SMITH AGREDA
R. SARRAT · S. RODRIGUEZ

ANATOMIA HUMANA

(FUNCIONAL Y APLICATIVA)

3

EDITORIAL
ESPAXS

ANATOMIA HUMANA

(Funcional y Aplicativa)

VOLUMEN III

SENTIDOS Y SISTEMA NERVIOSO CENTRAL
(Neuroanatomía)

ANATOMIA HUMANA

(Funcional y Aplicativa)

VOLUMEN III

Sentidos y Sistema Nervioso Central (Neuroanatomía)

J. ESCOLAR
Prof. Numerario de Anatomía
Universidad de ZARAGOZA

V. SMITH AGREDA
Prof. Numerario de Anatomía
Universidad de VALENCIA

P. AMAT
Prof. Numerario de Anatomía
Universidad de SALAMANCA

J. M. SMITH AGREDA
Prof. Numerario de Anatomía
Universidad de LA LAGUNA

R. SARRAT
Prof. Numerario de Anatomía
Universidad de BILBAO

S. RODRÍGUEZ
Prof. Agregado de Anatomía
Universidad de ZARAGOZA

EDITORIAL ESPAXS

PUBLICACIONES MEDICAS
C/ Rosellón, 132 Barcelona-36 (ESPAÑA)

Publicaciones Médicas
Barcelona

Depósito Legal. B. 32541-1978
ISBN:
Obra completa: 84-7179-051-3
Primer tomo: 84-7179-052-1
Segundo tomo: 84-7179-066-1
Tercer tomo: 84-7179-069-6

Imprimió:
Grafos, S. A. Arte sobre papel
Paseo Carlos I, 157
Barcelona 13

Impreso en España - Printed in Spain

PRÓLOGO DE LA 3.ª EDICIÓN

Este volumen sobre Sistema Nervioso Central y Sentidos, integra el clásico tratado de *Neuroanatomía* y además, cierra la Obra de Anatomía Funcional y Aplicativa en su 3.ª edición. El orden expositivo sigue la marcha ascendente clásica de las precedentes ediciones, partiendo de lo simple y llegando a lo complejo, hacia las bases del substrato del conocimiento.

Esta vez, nuevos conceptos sirven de incentivo para sucesivos avances. Tal es el caso de la Cibernética, que partiendo de informes recibidos, los integra, ordena y computa en un sistema básico similar al binario; el caso de la Formación-Reticular-Romboencefálica con una sistematización cada vez más objetiva de funciones vitales. El caso del cerebelo, con una organización funcional cada vez más relacionable con la cibernética; el caso del diencéfalo, con bases de reflejos instintivos cada vez más encadenados al biorritmo, así como a las neurosecreciones (no sólo las hipofisarias sino las catecolamínicas entre otras). Todo ello en fin, integrándose en el telencéfalo donde se organiza el conocimiento a base de múltiples conexiones, cuyo complejo trazado de corriente puede irse visualizando hoy dia en algunos territorios cerebrales merced al metabolismo de radioisótopos (marcando oligo-elementos y aminoácidos administrados experimentalmente), tomando además referencia de vías de proyección cada vez más sencillas y reales hacia un mejor fin aplicativo.

Zaragoza, 1974

PRÓLOGO DE LA 2.ª EDICIÓN

Agotada la edición precedente, interesa poner al día la materia que se vaya a reeditar. Tratándose del Sistema Nervioso Central nos encontramos con profundos avances que tienden a integrarse, simplificando algunos viejos conceptos que se vienen arrastrando. Tal es el caso del Sistema de la Motilidad, del Sistema receptor de las oscilaciones de constantes humorales expresables en el allocortex, etc. El fundamento de estos avances, referible en buena parte al mejor conocimiento de la normal y progresiva maduración de los centros nerviosos, así como a transformaciones regresivas del substrato, desencadenadas experimentalmente, obligaría a centrar aquí la nueva integración de conocimientos, cosa que momentáneamente no es posible, dada la situación crítica de alguno de estos conceptos en medio del apremio de la edición actual.

Por todo ello, sólo se pretende ahora hacer las oportunas llamadas, así como corregir y mejorar lo que proceda de la edición anterior.

Zaragoza, 1970

PRÓLOGO DE LA 1.ª EDICIÓN

LOS SENTIDOS Y EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL se agrupan en este tercer volumen de Anatomía Humana, como substratos de aquellas funciones cuya más elevada expresión debe corresponder al proceso del *Conocimiento.* Como todo ello ha de integrarse a partir de los informes recibidos, justifica que se traten primero los sentidos como receptores que informan sobre el estado del medio ambiente. Después vendrá el estudio del Sistema Nervioso Central donde llegan esos informes y se realizan todas las integraciones necesarias que fundamentan las más complejas funciones nerviosas. Por este motivo, habrá de introducirse en el estudio a partir de los substratos más sencillos e inferiores, como se hace clásicamente. Al llegar a las partes finales, que son las más elevadas, como substratos referidos al *instinto* y al *conocimiento,* la exposición deberá también seguir el mismo orden, sin apartarse un momento de las recursos de la lógica, siempre aplicables al clásico concepto de corriente nerviosa y a los más recientes puntos de vista sobre interconexiones de los centros.

En este estudio sobre la ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO es, pues, donde más que en ningún otro territorio de nuestro organismo, se necesita de la *Unidad de Conceptos* y, por lo tanto, acudir a los *Orígenes* que simplifican y a la *Función,* expresada siempre en simples caminos de corriente nerviosa, que es lo que va dando el significado. Por lo tanto, cualquier concepto previo sobre Sistema Nervioso que vaya surgiendo, no debe permanecer aislado en ningún momento. La meta deseable en este volumen es, pues, lograr *Unidad* y, además, sin dejar en lo posible de relacionarla objetivamente con las *Fuentes* que, en el campo de la investigación, van proporcionando conocimientos nuevos, pues son necesarias referencias que exigen las circunstancias actuales.

Consideremos, por último, que el concepto unitario que se persigue debe, ante todo, contribuir a dar a entender con la mayor sencillez posible el problema clínico que surja en el campo de la *Patología del Sistema Nervioso.* De no ser así, no habremos apuntado hacia esa meta principal, que culmina la *Unidad* de nuestra carrera.

Tales fines pueden, sin embargo, llevar a situaciones un tanto delicadas, sobre todo si, a priori, pretende analizarse el proceder con la lectura exclusiva del presente volumen. Téngase en cuenta que es el *Método global* el que debe considerarse, tal como se hace en Cátedras de nuestras Universidades donde se adopta, y del que este tercer volumen de Anatomía, al que nos estamos refiriendo, constituye tan sólo una parte integrante de la enseñanza del Sistema Nervioso. Pretender hacer Unidad ofrece ciertamente un riesgo, pero la crítica de su resultado deberían hacerla más bien quienes han vivido de alumnos este proceder. El ceñirse a hechos concretos o el apuntar a la Unidad, es cuestión de posibilidades. Cualquier Docente en Sistema Nervioso Central, habrá tanteado el horizonte en un sentido o en otro, como las circunstancias con-

cretas le hayan permitido. Estas son siempre las directrices en cada obra.

Toda *visión unitaria* que se pretenda aplicar al *Sistema Nervioso* sembrará muchas inquietudes ante perspectivas de horizontes ilimitados y al enfrentarse quizá con antiguos conceptos acumulados, poco favorables para fomentar esas inquietudes. Cierto que al intentar subsanar defectos de antes, se incurrirá ahora en algunos otros, nuevos en sentido opuesto, que llevarán a oscilaciones a uno y otro lado de la verdad. La oscilación, sin embargo, tiende a un equilibrio, que es lo que acerca cada vez más a la verdad misma.

Zaragoza, 1966

TERCER VOLUMEN

(Neuroanatomía)

SENTIDOS

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Médula espinal

Páginas

Tronco encefálico

Cerebelo

Diencéfalo

Páginas

Telencéfalo

Anatomía aplicativa-fotográfica

Apéndice

INDICES DEL TERCER VOLUMEN

SENTIDOS

CAPÍTULO 1

SENTIDOS: SENTIDO TÁCTIL. SENTIDO GUSTATIVO. SENTIDO OLFATIVO

Los sentidos informan sobre el estado del medio exterior, originando corrientes que se conducen al Sistema Nervioso Central, donde se integran para constituir el conocimiento. Para recoger apropiadamente el informe exterior, los sentidos tienen que situarse en la superficie del cuerpo, bien extensamente, como ocurre al sentido del tacto, o bien circunscritos, como ocurre al gusto, olfato, oído y vista.

EL SENTIDO TÁCTIL se localiza ampliamente por toda la superficie de la piel y de las mucosas de continuación. La piel alberga pues el sentido del tacto, a la par que es un órgano de protección. En un principio es simplemente la capa ectodérmica del embrión que sirve de matriz para producir más capas en superficie y conseguir así un grueso manto de protección.

En el adulto, *la piel* (fig. 1) ofrece una matriz o capa germinal (Ger), plegada para disponer de mayor superficie proliferante. Las capas resultantes de la proliferación celular de la matriz van a constituir el clásico *cuerpo mucoso de Malpigio* (Mal). Este cuerpo mucoso se va transformando hasta alcanzar la queratinización en su parte más superficial (Cor). La *queratina* que infiltra la superficie cutánea, establece una protección suficiente. Algunas zonas de la piel ne-

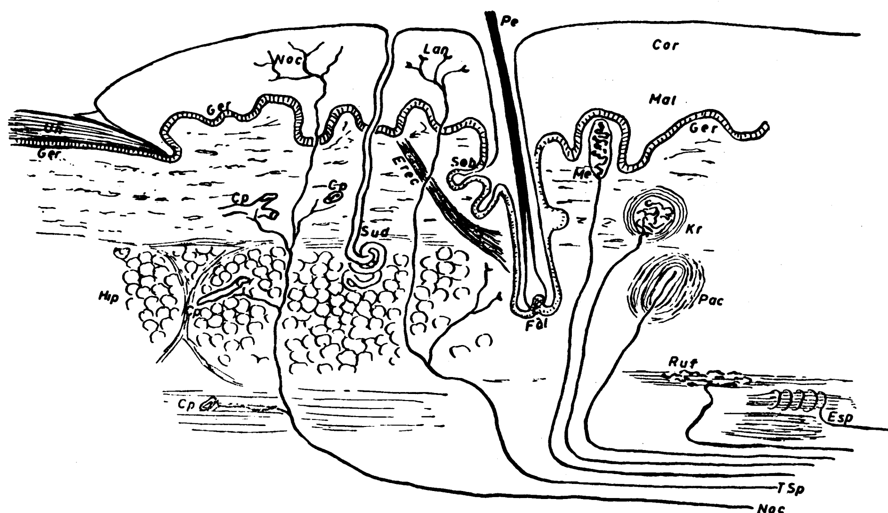


FIG. 1. — Esquema de la piel y sus anexos mostrando el substrato de sensibilidad *táctil*.

cesitan protección especial y entonces la queratinización toma aspecto córneo en las UÑAS (Uñ) y en los PELOS (Pe).

La UÑA ofrece básicamente la misma organización que la piel en general: su matriz germinal (Ger) forma un lecho y un *surco ungueal* que da lugar al cuerpo mucoso de Malpigio, el cual, a su vez, acaba en la queratinización en bloque, cuyo aspecto córneo clásico forma la superficie de la uña.

El PELO (Pe) ofrece una matriz muy profunda, en el fondo de una invaginación cutánea o *folículo* (Fol); existe también aquí un equivalente al cuerpo mucoso de Malpigio que es la parte que continúa al folículo, y a la zona queratínica, que es lo que asoma libre en la superficie, lubrificado por las *glándulas sebáceas* (Seb), de aspecto arracimado, que drenan en la luz del folículo los productos grasos que segregan.

La piel está también protegida por la secreción de las *glándulas sudoríparas* (Sud), que ofrecen un aspecto tubuloso.

La zona de piel estudiada (figs. 1 y 2) recibe el nombre de *epidermis* para diferenciarla del *dermis,* que es un tejido conjuntivo subyacente y que deriva del mesénquima embrionario situado bajo el ectodermo cutáneo. El dermis en conjunto se dispone, primero, papilarmente, constituyendo por lo tanto papilas dérmicas que alternan y se compenetran con las epidérmicas. Más abajo se dispone el dermis reticularmente, diferenciando músculos erectores del pelo (Erec) y albergando abundantes capilares (Cp). Más abajo aún, el dermis se dispone lacunarmente abrazando células conjuntivas que se cargan de grasa y se convierten en tejido adiposo, recibiendo concretamente entonces el nombre de *hipodermis* (Hip), el cual, en profundidad, está en contacto con la aponeurosis y los músculos somáticos.

El sentido del tacto se localiza profusamente por toda la piel y, por lo tanto, en la epidermis, dermis e hipodermis, llegando también a la aponeurosis superficial, a las musculaturas somáticas y a sus dependencias. El tacto ofrece varios matices de sensibilidad, siendo el fundamental el que informa sobre el estado nocivo o desintegrativo de la piel y de los tejidos adyacentes, provocando el dolor. Este estado desinte-

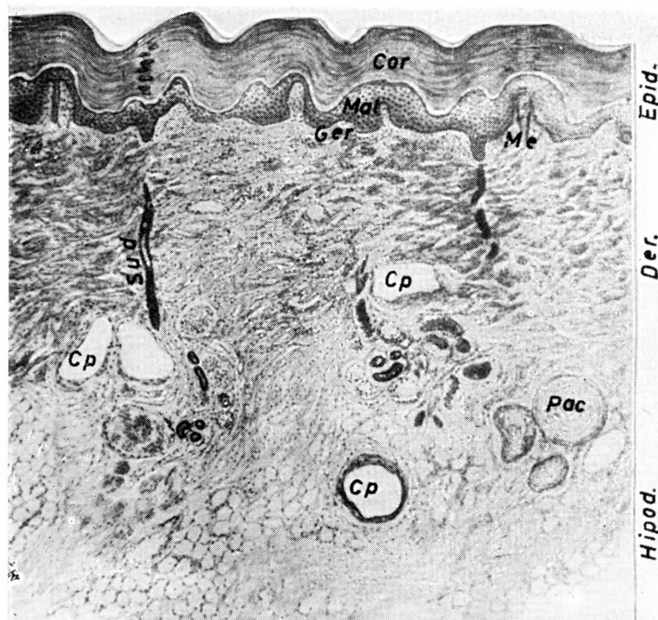


FIG. 2. — Aspecto clásico de un corte microtómico de piel contrastado con un método corriente, mostrando el substrato *epidérmico, dérmico* e *hipodérmico.*

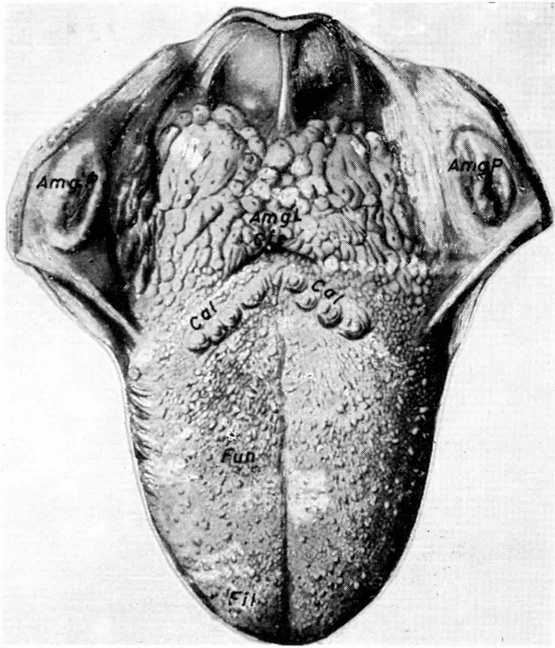


Fig. 3. — Superficie dorsal de la lengua con todos los accidentes de la mucosa, donde destacan las *papilas gustativas caliciformes* (Cal), delante y a ambos lados del agujero ciego (Cie). Nótese más adelante aún *papilas fungiformes* (Fun), donde la sensibilidad táctil empieza a manifestarse y aún más adelante las *papilas filiformes* (Fil), donde la sensibilidad táctil se encuentra totalmente desarrollada. Detrás del agujero ciego, obsérvese la barrera defensiva a base de la amígdala lingual (Amg L) y las amígdalas palatinas (Amg P).

grativo o nocivo se recoge merced a las llamadas terminaciones nociceptivas (Noc).

Las *terminaciones nociceptivas* se disponen en la epidermis como finísima red que recoge el estado de desintegración proteínica producida en toda lesión epidérmica. Se dispone también alrededor de los capilares (Cp), tanto en los de la dermis como en los de la hipodermis y musculaturas, llegando también hasta los mismos vasos viscerales. Estas redes nociceptivas perivasculares recogen el estado de desintegración proteínica del endotelio capilar, consecuente a un déficit circulatorio.

Existen otros tipos de terminaciones en la piel que recogen sensibilidades superficiales groseras táctiles, como ocurre a las *redes lanceolares* (Lan) distribuidas en la epidermis y en la pared del folículo piloso. Otro tipo de terminaciones discrimina diversos matices de presión, como ocurre a los corpúsculos de Meissner (Me), Krause (Kr) y Pacini (Pac), corpúsculos cuya organización se hace tanto más compleja cuanto más profundamente se encuentran situados. Otro tipo, en fin, dispuesto en red corpuscular por la aponeurosis, y lo mismo por tendones y ligamentos, corresponde a las terminaciones de Ruffini (Ruf), que recogen los desplazamientos y estiramiento de las zonas donde se encuentran. Por último, distinguimos las *terminaciones espirales* (Es), que rodean la fibra muscular y que se estimulan ante su contracción, recogiendo por lo tanto el estado de tono del músculo.

Vemos, pues, que el sentido del tacto se integra a expensas de muy diversos mati-

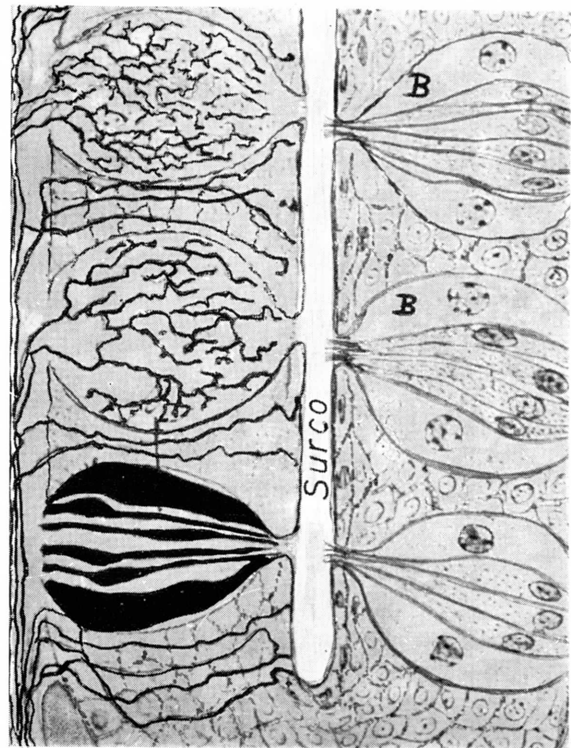


Fig. 4. — Surco gustativo de una papila caliciforme, según representación de Cajal. A distintos niveles del surco, se encuentran escalonados los botones gustativos (B), resaltando diferenciados del fondo, que corresponde al *cuerpo mucoso de Malpigio*.

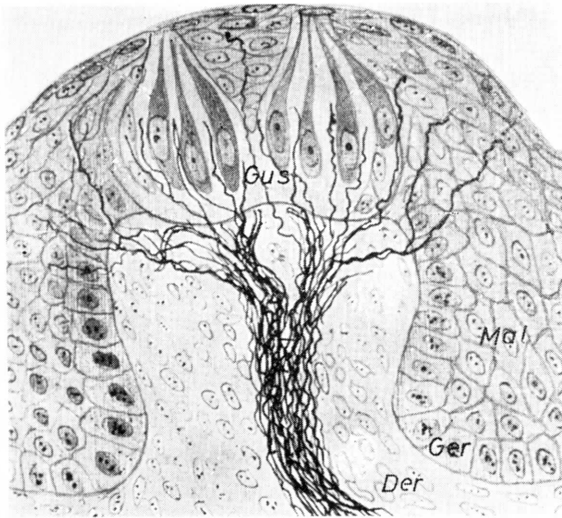


FIG. 5. — Botones gustativos según representación de CAJAL a base de células epitelioides alargadas, alternando con fibras nerviosas, que en profundidad se reúnen para constituir el nervio. Nótese que el botón gustativo (Gus) abarca totalmente el espesor de la epidermis, rechazando lateralmente el cuerpo mucoso de MALPIGIO (Mal) y la capa germinal (Ger). En el dermis (Der) el nervio ya está constituido.

ces que ofrecen también diferentes localizaciones; matices de sensibilidad en relación con el aspecto de las terminaciones nerviosas que los detectan, de donde parte la corriente para constituir el nervio sensitivo que camina bajo la piel (fig. 1). Las distintas sensibilidades que integran el tacto quedan resumidas, pues, en: sensibilidades nociceptivas; táctiles groseras de superficie; táctiles que discriminan la presión; táctiles de los desplazamientos tendinosos y aponeuróticos; táctiles, en fin, que recogen el estado del tono muscular.[1]

El tacto se distribuye no solamente por toda la piel, sino por las mucosas de continuación a través de los orificios naturales; así: en la boca existe tacto por toda la superficie mucosa, especialmente en la punta de la lengua, donde se encuentran *papilas filiformes* (Fil) (fig. 3). Esta sensibilidad de tacto disminuye conforme se profundiza hacia el istmo de las fauces, donde le sustituye el sentido gustativo. A través de la nariz la piel se continúa con la mucosa de las fosas nasales, capaz de ofrecer también sensibilidad táctil; sin embargo, en la parte alta de dichas fosas, la sensibilidad se hace olfativa.

La SENSIBILIDAD GUSTATIVA, manifiesta en el istmo de las fauces, se localiza en la parte refleja de la lengua (fig. 3) a nivel de los surcos de las *papilas caliciformes* (Cal). Un surco de éstos (fig. 4) organiza la sensibilidad gustativa merced a excitaciones, más o menos ionizables, de la saliva mezclada con los alimentos ingeridos. En las mismas paredes del surco se encuentran, en niveles escalonados, una serie de terminaciones gustativas en forma de botón, considerándose que las más superficiales se especializan para recoger la sensibilidad iónica de los ácidos, bases, sales y substancias irritantes en general. Los corpúsculos situados en un nivel intermedio se especializan en recoger la sensibilidad azucarada. Los corpúsculos más profundos se disponen para recoger la sensibilidad aperitiva de las substancias peptónicas.

La SENSIBILIDAD OLFATIVA, manifiesta en la parte más alta de la mucosa de las fosas nasales, se localiza en pequeñas terminaciones nerviosas, organizadas también en tres grupos: el grupo de las substancias olfativas *iónico-irritante y aromáticas*, el de las aperitivas y peptónicas y el grupo de las *substancias afrodisíacas*, bastante estudiadas en los artrópodos y con una representación en la especie humana

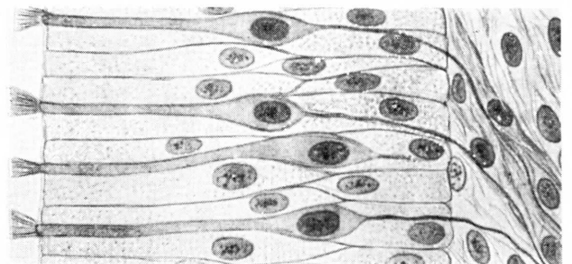


FIG. 6. — Mucosa olfativa según representación de CAJAL, donde destacan las células olfativas en un fondo de epitelio cilíndrico clásico.

[1] Para más detalles, y en concreto, sobre la *sensibilidad térmica*, ver más adelante (caps. 59 y 60).

cada vez más definida. El significado de estos grupos de sensibilidad olfativa, y en especial del último indicado, deberá estudiarse a propósito del Sistema Nervioso Central.

Notemos que la organización de los tres sentidos indicados depende del correcto funcionar de una capa epitelial-germinal que, en contacto con la capa conjuntiva subyacente, actúa como inductor y organizador de los elementos resultantes de su reproducción celular. En concreto podemos referirnos a la capa germinal cutánea impregnada en melanina, cuyo metabolismo normal condiciona una apropiada organización nerviosa táctil y cuyo trastorno determina alteraciones de la sensibilidad.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

SENTIDOS: *Sentido táctil* = Piel. Terminaciones epidérmicas: Lanceolares = Sensibilidad superficial grosera. Terminaciones dérmicas: Corpúsculos papilares dérmicos = Corpúsculos de MEISSNER. Corpúsculos dérmicos intermedios = Corpúsculos de KRAUSE. Corpúsculos dérmicos profundos = Corpúsculos de PACINI. Sensibilidad de presión: Redes hipodérmicas = Redes de RUFFINI = Sensibilidad de desplazamiento. Sensibilidad discriminativa. Sensibilidad nociceptiva epidérmica. Sensibilidad nociceptiva vascular. *Epidermis. Dermis. Hipodermis. Pelos. Uñas. Glándulas sebáceas. Glándulas sudoríparas.* Músculo erector del pelo. *Sentido olfativo. Sentido gustativo:* Papilas caliciformes. Botones gustativos.

CAPÍTULO 2

SENTIDO AUDITIVO. OÍDO INTERNO. LABERINTO MEMBRANOSO. NERVIO ESTATOACÚSTICO

El SENTIDO AUDITIVO recoge las excitaciones sonoras. Estas son vibraciones de apropiada longitud de onda y frecuencia. Desde 16 ciclos por segundo, las vibraciones deben ser audibles aunque con tono grave; conforme la frecuencia va aumentando, el tono se va haciendo agudo; con vibraciones de varios miles de ciclos por segundo, el sonido se hace inaudible, entrando en el terreno de los ultrasonidos; siguiendo aumentando la frecuencia, las vibraciones pueden entrar en el campo de lo visual.

Las vibraciones sonoras pueden ser recogidas por nuestro organismo, mediante una vesícula llena de líquido (fig. 7), cuyas paredes ofrecen una tensión apropiada para vibrar con parecida frecuencia a la vibración sonora que reciben. Por este motivo, la vesícula receptora de esas vibraciones es un tubo muy largo para que cada segmento de dicho tubo pueda disponer independientemente sus paredes en un estado diferente y escalonado de tensión; además, para ocupar poco espacio, el tubo tiene que arrollarse en espiral, recibiendo el nombre de *caracol*. Aparte del caracol, existen dependencias de la misma vesícula sin apenas tensión interior, donde el líquido circula fácilmente por inercia y por acción de la gravedad en relación con la posición del individuo, determinando en consecuencia el llamado sentido posicional o estático. Tenemos, pues, un sentido acústico en el *caracol* y un sentido estático en las *vesículas estáticas* anejas. Tanto el caracol como las vesículas estáticas, están repletos del llamado líquido endolinfático.

Caracol endolinfático (fig. 8). El tubo que lo constituye se arrolla dando dos vueltas y media, terminando en el llamado vértice o ápice (Ap). La tensión de las paredes del caracol no puede ejercerse fácilmente en el *vértice*; por eso, se reciben aquí los tonos graves; en cambio, en el comienzo del caracol o *base* (Ba), la pared del tubo puede estar sometida a gran tensión; de aquí que los tonos que se reciben sean agudos. Su comunicación con las vesículas estáticas se realizan mediante un finísimo conducto que no transmite inmediatamente el estado de presión del líquido.

Vesículas estáticas endolinfáticas (fig. 8). Constan del llamado sáculo (Sa), pequeña vesícula en cuya parte más declive está la llamada mancha nerviosa cribosa o mácula, que se estimula cuando el líquido del sáculo pesa sobre esta mancha, cosa que ocurre en el estado de enderezamiento del individuo; entonces, de esta mancha cribosa partirá una corriente de excitación que se canalizará al Sistema Nervioso Central. Existe una segunda vesícula llamada *utrículo* (Utr), dispuesta semilunarmente por detrás y encima

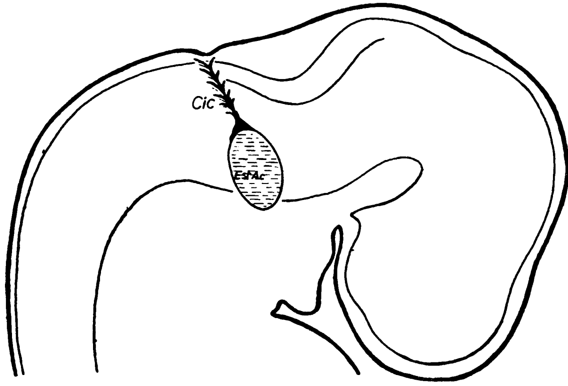


Fig. 7. — Representación esquemática de la *vesícula estatoacústica* (Est Ac) formada por la invaginación de la piel, a ambos lados del tubo nervioso. Nótese la cicatriz (Cic) de cierre, cuyo carácter epineural determinará la formación del *nervio estatoacústico.*

del sáculo. El cuerno anterior del utrículo (*Cu*) *muestra* una mancha cribosa que se estimula cuando el líquido pesa sobre ella, cosa que ocurre en la clásica postura de adelantamiento, en que la cabeza queda inclinada hacia adelante. Existen más dependencias vesiculares a partir del utrículo, constituyendo los llamados *conductos semicirculares.* Estos conductos están orientados con arreglo a los tres planos del espacio que pueden trazarse perpendicularmente. El líquido endolinfático que existe en estos conductos semicirculares se impulsa según la dirección de los movimientos del individuo, tanto más cuanto dicha dirección se acerque más al plano en que esté dispuesto un conducto semicircular determinado. Por eso, cada conducto semicircular es apropiado para detectar un determinado movimiento de desviación de nuestra cabeza. Además, como el conducto semicircular está dilatado por un extremo solamente, la dirección del movimiento del líquido que recoge quedará concretado en un solo sentido, que será el sentido del movimiento que la parte dilatada del conducto semicircular o *ampolla* puede recibir mejor, y por lo tanto, al acúmulo o la presión del líquido, lanzado por inercia. Existen tres conductos semicirculares: externo, superior y posterior, cada uno con su ampolla correspondiente.

El *conducto semicircular externo* (CS Ex) es horizontal y tiene una ampolla anterior con una mancha cribosa nerviosa o cresta, para recoger la excitación. El *conducto semicircular* superior (CS Sup) es vertical y tiene una ampolla anterior con su mancha nerviosa. El *conducto semicircular posterior* (CS Pos) es también vertical, pero perpendi-

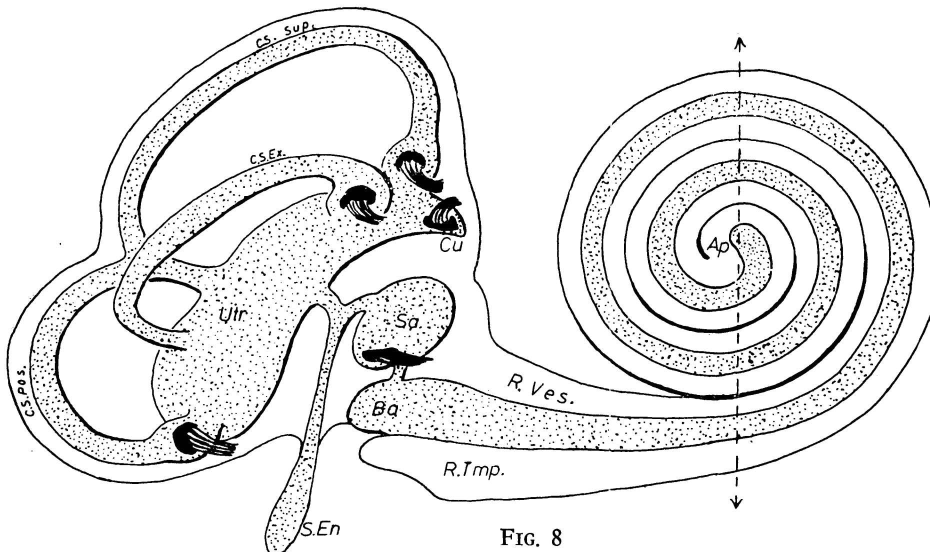


Fig. 8

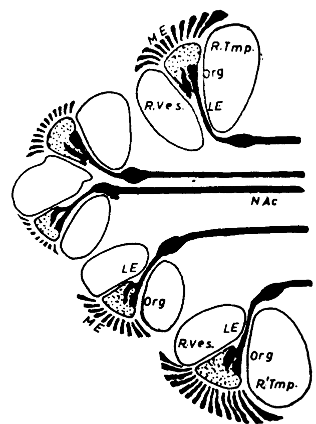


Fig. 9

Figs. 8 y 9. — Esquema clásico del *laberinto membranoso* ofreciendo el substrato estático y el acústico. Nótese el caracol, cuya sección (línea de puntos) corresponde a un plano desarrollado en la fig. 9.

cular a los otros dos, estando unida su parte fina a la del conducto semicircular superior; la parte ampular, en cambio, es inferior y ofrece la mancha cribosa correspondiente.

Las vesículas estáticas indicadas comunican entre sí: entre el utrículo y el sáculo se forma una derivación o *saco endolinfático* (S En) que acumula gran cantidad de líquido endolinfático en reserva, con lo cual evita que se estableciesen bruscas variaciones de tensión del líquido encerrado en la parte estática. El caracol, en cambio, mantendrá su tensión de líquido, independiente de la parte estática, porque su comunicación con ésta la realiza un conducto finísimo de lento drenaje.

El régimen de tensión diferente de las vesículas indicadas, como ocurre a las paredes del caracol, y el prácticamente nulo de las paredes estáticas, puede realizarse independientemente si todo este dispositivo laberíntico estatoacústico endolinfático queda envuelto por un almohadillado perilinfático relleno de la llamada perilinfa, constituyendo en consecuencia el laberinto perilinfático.

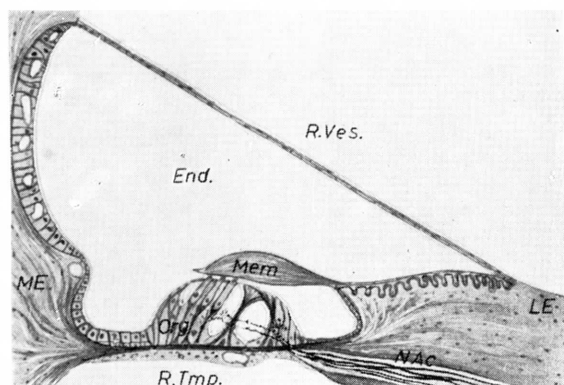


Fig. 10. — Nótese la sección de una espira de caracol endolinfático (End) y la diferenciación en su interior del *órgano de Corti* (Org) con la *membrana protectora* (Mem) dispuesta a vibrar en relación con las vibraciones del líquido endolinfático. Dichas vibraciones se convierten en corriente nerviosa de la misma frecuencia, y es conducida por el nervio acústico (N Ac). Nótese la *rampa vestibular* (R Ves) y la *rampa timpánica* (R Tmp), cuyo contenido perilinfático ejerce una capacidad moderadora de las vibraciones sonoras. Nótese igualmente la *lámina espiral* (LE) y el *músculo espiral* (ME), cuya contracción no solamente tensa al órgano de Corti, sino que influye también sobre la capacidad secretora del líquido endolinfático, que posee la membrana que tapiza el músculo espiral (ME).

El *laberinto perilinfático* en la parte estática, es una cavidad que la envuelve totalmente. Hacia el caracol, continúa el almohadillado; superiormente, desde el comienzo del mismo y a todo lo largo, constituyendo la llamada *rampa vestibular* (R Ves), que empieza, por tanto en la primera espira del caracol y termina el ápice donde esta rampa o almohadillado vestibular pasa al otro lado de la cara del caracol almohadillando, por lo tanto, su cara opuesta desde el vértice hasta la primera espira de la base, constituyendo la llamada *rampa* o *almohadilla timpánica* (R Tmp), independiente, por lo tanto, de la rampa vestibular, salvo a nivel del ápice. De esta suerte, el conducto coclear endolinfático queda oprimido entre la almohadilla vestibular y la almohadilla timpánica, dejando además espacio para que se dispongan ataduras que tensan escalonada e independientemente las paredes del tubo coclear. Estas ataduras son (fig. 9): *lámina espiral* (LE), que ata la parte medial del conducto coclear, y el *músculo* o *ligamento espiral* (ME), que tira de la cara lateral del tubo coclear. Lámina espiral y músculo espiral se disponen a todo lo largo del caracol, debiendo de notar que el músculo espiral es muy fuerte a nivel de las espiras de la base, debilitándose en cambio hacia el vértice. De esta suerte, a causa del diferente estado de tensión del caracol, la primera parte de su base estará dispuesta a captar vibraciones de más de 1.000 ciclos y conforme caminamos hacia el vértice, podremos ver que las frecuencias van disminuyendo paulatinamente (800 c., 500 c., 200 c., etc.), y ya en el ápice, donde el estado de tensión es escaso, podemos considerar los 20 ciclos, límite inicial del tono sonoro.

Las excitaciones sonoras, recogidas en el caracol, y las estáticas, recogidas en las vesículas estáticas, originan una corriente que es conducida, por nervios, al Sistema Nervioso Central. A este propósito, recorde-

mos que la vesícula estatoacústica (fig. 8), formada embriológicamente (Est Ac) (figura 7) a cada lado del tubo nervioso, deja una cicatriz de soldadura (Cic) desde el ectodermo de superficie, que es donde se invaginó. En esta cicatriz se formará el *nervio sensible* que conducirá la *corriente estatoacústica* al tubo nervioso. Dicho nervio en el adulto (fig. 8) se diferencia en un manojo estático que constará de un filete que viene del sáculo, otro que viene del utrículo y tres más que vienen de las ampollas de los conductos semicirculares. Se diferenciará también en el manojo acústico que recoge las excitaciones de las paredes del conducto coclear donde se encuentra el llamado *órgano de Corti* (fig. 9) (Org), órgano dispuesto espiralmente desde el principio al final del caracol y cuyo estudio estructural cae en el campo histológico. Las excitaciones desde aquí son conducidas por los filetes cocleares que constituyen el nervio coclear o acústico (N Ac). *Nervio estático* y *nervio acústico*, como sensitivos que son, poseen sus ganglios sensibles correspondientes, intercalados en el trayecto de sus fibras hacia el Sistema Nervioso Central.

En el músculo espiral acontece la regulación de la secreción del líquido endo- y perilinfático merced a glomérulos vasculares allí existentes. La reabsorción y drenaje se realizan también allí, merced a las redes venosas. El líquido endo- y perilinfático ofrece una tensión constante, necesaria para el buen funcionamiento estato-acústico, estando regulada además, por el estado vascular de la zona y por el tono del saco endolinfático que contiene abundante reserva. Trastornos metabólicos generales pueden alterar el trofismo y tono del músculo espiral. Lo mismo ocurre en trastornos circulatorios generales y en las congestiones pasivas encefálicas que ingurgitan senos venosos, sobre todo el lateral, empujando y comprimiendo así, el saco endolinfático con el que contacta.

Estos mecanismos adquieren gran amplitud, pudiendo estimular fibras vegetativas allí existentes que caminan con el nervio estato-acústico hasta áreas reticulares del suelo del 4.° ventrículo, que habría de influir en el tono vascular general.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

SENTIDO AUDITIVO. *Oído interno*. LABERINTO MEMBRANOSO. Nervio estatoacústico. Vesícula estatoacústica. Sáculo. Utrículo. Conductos semicirculares. Manchas cribosas (mácula, cresta). Ampollas semicirculares. Conducto endolinfático. Espacios perilinfáticos. Perilinfa. Rampa vestibular. Rampa timpánica. Caracol. Nervio estático. Ganglio estático = Ganglio de Scarpa. Nervio acústico. Ganglio acústico = Ganglio de Corti. Terminaciones estáticas = Manchas cribosas. Terminaciones acústicas = Organo de Corti. Lámina espiral. Músculo o ligamento espiral.

CAPÍTULO 3

LABERINTO ÓSEO REFERIDO AL PEÑASCO

El laberinto m e m b r a n o s o ya estudiado, tanto en su parte endolinfática como en su parte perilinfática, constituye un conglomerado que necesita protección, lo que obliga a que se revista de una cáscara esquelética, que en el adulto es hueso, y moldeará interiormente las cavidades que abraza, recibiendo el nombre de LABERINTO ÓSEO. Exteriormente, en cambio, seguirá creciendo formando un bloque óseo que clásicamente se le conoce con el nombre de PEÑASCO (Peñ) (fig. 11).

El peñasco ofrece en un principio cierta complejidad, pues la situación que tiene obliga a relaciones de vecindad con multitud de órganos adyacentes. Estos órganos se disponen con mucha sencillez en el embrión, alrededor de los esbozos esqueléticos que va mostrando. Así (fig. 11): el *p e ñ a s c o p r i m i t i v o* (Peñ) es un esqueleto fibrocartilaginoso que protege y envuelve la vesícula estatoacústica primitiva, y está unido a la lámina basilar embrionaria (Bas) mediante un puente fibrocartilaginoso llamado *basio-occipital* (B Occ) que va a limitar el agujero *rasgado primitivo.* Notemos y recordemos que por ese agujero rasgado pasan muchos elementos vasculonerviosos, como la *yugular* (Yu) que desciende drenando la sangre de la cabeza; la *carótida interna* (Car), que asciende llevando sangre al tubo nervioso; además pasan varios nervios mixtos, como el *neumogástrico* (Ng), representante del cuarto arco branquiógeno; el *glosofaríngeo* (GF), correspondiente al tercer arco branquiógeno y el *trigémino-masticador* (Trig), correspondiente al primer arco branquiógeno. Estos elementos, adyacentes al peñasco, condicionan un tanto su crecimiento exterior, motivando muchos de sus detalles.

El *p e ñ a s c o a d u l t o* (fig. 12) ofrece fundamentalmente la misma disposición indicada, abrazando siempre el laberinto membranoso y haciendo huella en los elementos adyacentes: la yugular (Yu); la carótida (Car) en la misma disposición que en el embrión; observando igualmente los cuatro nervios mixtos representantes de los cuatro arcos branquiógenos; así: trigéminomasticador (I), cuya parte sensible posee el ganglio de Gasser. Gustativo-facial (II), cuya parte sensitiva posee el ganglio gustativo o geniculado. G l o s o f a r í n g e o (GF), formando un manojo sensitivomotor con su ganglio sensitivo también, todo representante del tercer arco branquiógeno. Neumogástrico (NG), en fin, representante del cuarto arco branquiógeno, con su parte motora y sensitiva formando un fascículo conjunto, así como también el ganglio sensitivo correspondiente.

En estas condiciones el peñasco, ya crecido, toma, para los antiguos anatómicos, un aspecto de pirámide, con una base posterior que se desarrolla mucho y forma la llamada *apófisis mastoides* (Mas) (fig. 12), para implantación de poderosos músculos



FIG. 11. — (En negro) Esqueleto del *peñasco* en desarrollo (Peñ) englobando a la vesícula estatoacústica ya desarrollada (Es Ac). El peñasco está unido al esqueleto basilar (Bas) mediante un puente basio-occipital (B Occ) para constituir el clásico *agujero rasgado* por donde pasan abundantes vasos y nervios.

que traccionan la cabeza. Ofrece además un *vértice* anterior y cuatro caras: superior, inferior, interna y externa.

La *cara superior* del peñasco ofrece huella al ganglio de Gasser (I), constituyendo en consecuencia la *fosita del ganglio de Gasser*; más atrás tapa al facial y al ganglio geniculado (II), pero deja un agujero aquí, o *hiato*, para que aborde el nervio supratimpánico (ST), que, ya es sabido, acarrea sensibilidad gustativa; más atrás, el peñasco ha tapizado el conducto semicircular superior formando la clásica *eminencia arcuata* (Arc).

La *cara inferior* del peñasco por crecimiento del hueso engloba a la carótida (Car), proporcionándole el *acueducto carotídeo* con un orificio inferior y otro orificio superior. Más hacia atrás aún, el hueso se escota para formar la *fosita petrosa,* donde se apoya el glosofaríngeo en su salida (GF), así como una venilla drenadora de la sangre del laberinto; después de la escotadura petrosa, el peñasco forma la *escotadura yugular* para la vena yugular y para el paso de varios nervios, entre los cuales está representado el neumogástrico (NG). Por último, más posteriormente, está el *orificio de la salida* (Fa) *del nervio facial,* situado ante la mastoides.

La *cara interna* del peñasco es (figura 13, 13a) una resistente tabla ósea que deja pasar algunos nervios, proporcionándoles su correspondiente agujero. Tal es el caso del nervio acústico, así como los nervios estáticos, que, como ya se conoce, recogen las sensibilidades acústicas y estáticas para llevarlas al tubo nervioso o, lo que es lo mismo, al Sistema Nervioso Central. Está también el nervio gustativo-facial, cuyo paso sobre el laberinto, englobado por el

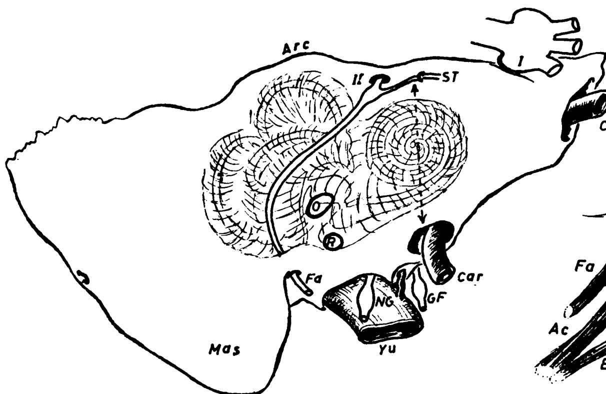


FIG. 12

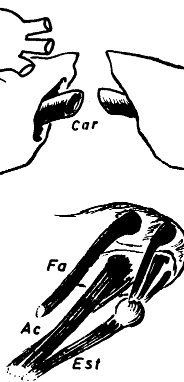


FIG. 13a

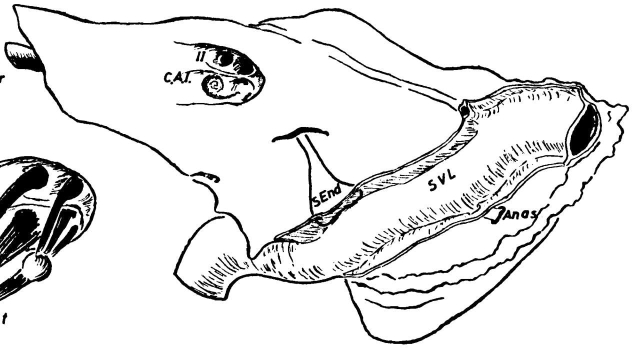


FIG. 13

FIGS. 12, 13 y 13a. — Esquemas del peñasco adulto, vistos, respectivamente, por fuera y por dentro, mostrando aquí su cara interna. Nótese la situación del laberinto respecto de las paredes del peñasco y los accidentes de las mismas en relación con los elementos de vecindad. Nótese la línea vertical de puntos que corta el caracol y que corresponde al plano desarrollado en la figura 14.

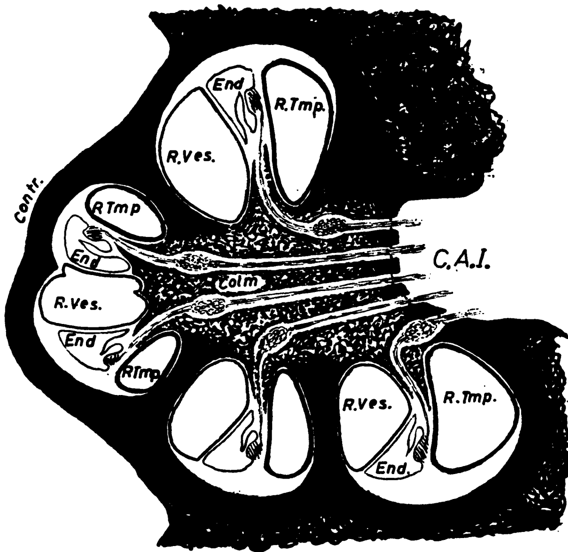


FIG. 14. — Caracol óseo cortado, englobando las espiras del caracol membranoso. Nótese la *lámina de los contornos* (Contr) y la *columela* (Colm) frente al conducto auditivo interno (CAI) al que llegan fibras acústicas.

peñasco, ha sido ya indicado. Todos estos nervios mencionados forman un paquete común y, en consecuencia, motivan la constitución del llamado *conducto auditivo interno* (CAI), que los engloba (fig. 13). Existe otro elemento, apareciendo por la cara interna del peñasco como el saco endolinfático (End), el cual motiva la constitución del *agujero del saco endolinfático*. Otro detalle más es la vena yugular por dentro de la mastoides formando el llamado *seno venoso lateral* (SVL) que deja huella en esta zona ósea.

En la *cara externa del peñasco* (fig. 12) vemos ahora una fuerte tabla ósea que se adapta a todas las desigualdades laberínticas, cubriéndolas y protegiéndolas; así: a nivel del caracol envuelve el paquete, cada espiral del mismo, y da lugar a la llamada *lámina de los contornos* (fig. 14) (Contr), que por dentro se hace maciza y forma un núcleo central o *columela* (Colm) perforada por los nervios acústicos que van a salir por el agujero auditivo interno. De esta suerte, notamos que el caracol endolinfático puede quedar bien tenso porque la lámina espiral y el ligamento espiral, que son los que tiran de él en cada tramo (como hemos visto en la lección anterior), pueden recibir una atadura fija en la pared ósea de la lámina de los contornos que se encuentra exteriormnete y en la columela que se encuentra interiormente. El resto de la cara externa que tapiza el laberinto exteriormente deja dos ventanas donde el hueso falla, existiendo solamente aquí tejido membranoso. Se trata de la *ventana redonda* (R) y de la *ventana oval* (O) (fig. 12). Notemos que la ventana redonda coincide con la terminación de la rampa timpánica. La ventana oval, en cambio, coincide con el comienzo de la rampa vestibular. Estas ventanas permitirán el paso de las vibraciones sonoras que las inciden desde fuera. La existencia de dos ventanas independientes es para que una reciba directamente las vibraciones sonoras y la otra establezca el contragolpe de las mismas vibraciones en su salida del laberinto. Según las circunstancias (que más adelante estudiaremos), una ventana u otra, indistintamente pueden recibir dichas vibraciones. Las vibraciones sonoras llegan a las ventanas oval y redonda, transmitidas por una serie de dispositivos un tanto complejos que obligan a que la cara externa del peñasco ofrezca nuevas dependencias cuyo estudio debe hacerse en el próximo capítulo.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

LABERINTO ÓSEO REFERIDO AL PEÑASCO = PEÑASCO. Cara superior. Cara interna. Cara inferior. Ventana oval. Ventana redonda. Mastoides. Fosita del ganglio de Gasser. Eminencia arcuata. Hiatos. Conducto auditivo interno. Conducto del saco endolinfático. Canal del seno lateral. Fosa yŭgular. Fosita petrosa. Acueducto carotídeo.

CAPÍTULO 4

OÍDO MEDIO. CAJA DEL TÍMPANO. SUBSTRATO DE TRANSMISIÓN SONORA

El oído interno estudiado en lecciones anteriores necesita del llamado oído medio que le transmite las vibraciones sonoras recogidas del exterior.

El OÍDO MEDIO se encuentra inmediatamente por fuera del oído interno. Su desarrollo embrionario se canaliza entre dos barras organizadoras del I y II arco branquiógeno (fig. 15), cuyo significado fue ya estudiado en embriología. A este propósito recordemos que el tubo digestivo da una evaginación entre estas dos barras, que se acerca al oído interno. Esta evaginación formará el oído medio, que es una especie de *caja del tímpano* (Tim), unida a la faringe por la ya conocida *trompa* (Tr) *de Eustaquio,* que recibe las vibraciones del exterior y las regula para transmitirlas al oído interno con el que contacta.

En el adulto esta evaginación se extiende ampliamente sobre los accidentes de la pared de peñasco, que en el capítulo anterior tomábamos como cara externa (fig. 16). Tapa la ventana redonda (R), pero no a la oval, pues en ésta se ha osificado su parte central, formándose una placa, quedando la periferia fibrosa, para que no quede empotrada y así pueda vibrar en el contragolpe moderador. Asimismo esta placa ósea de la ventana oval (O) debe de tener una sujeción regulada, para poder influir en la tensión del oído medio.

Esta regulación se consigue mediante un arco óseo que con la placa forma el hueso *estribo* (Est) (figs. 16 y 17), sobre el cual actúa el pequeño *músculo del estribo* (M Est), que se adapta en una celda labrada en el interior del macizo óseo del II arco branquiógeno llamada *pirámide,* arco que

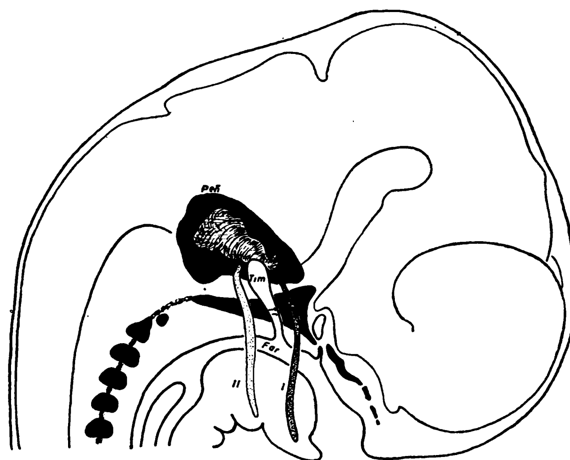


FIG. 15. — Al esqueleto del peñasco (Peñ) llegan las barras esqueléticas del primero y segundo arco branquiógeno. La faringe (Far) envía un fondo de saco timpánico (Tim), que se alarga formando cuello intermedio que es la trompa de Eustaquio (Tr). Nótese el crecimiento timpánico hacia el peñasco, canalizado entre las dos barras esqueléticas indicadas del primero y segundo arco branquiógeno.

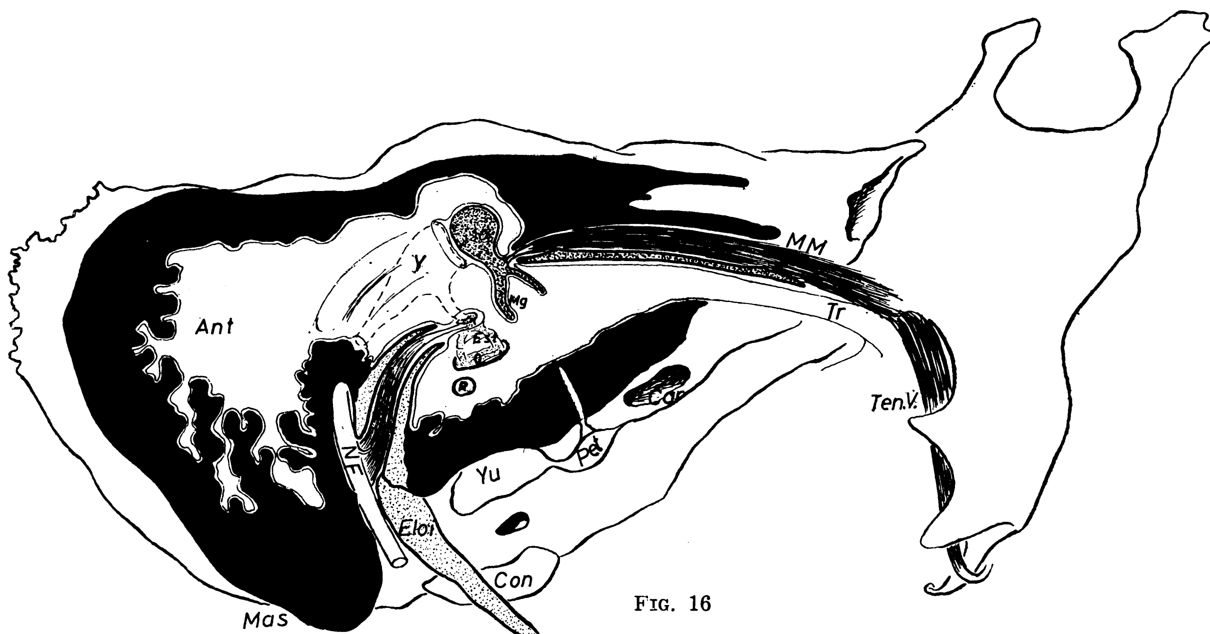


FIG. 16

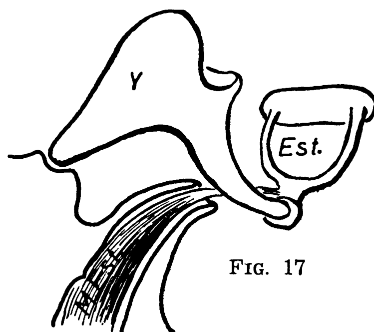


FIG. 17

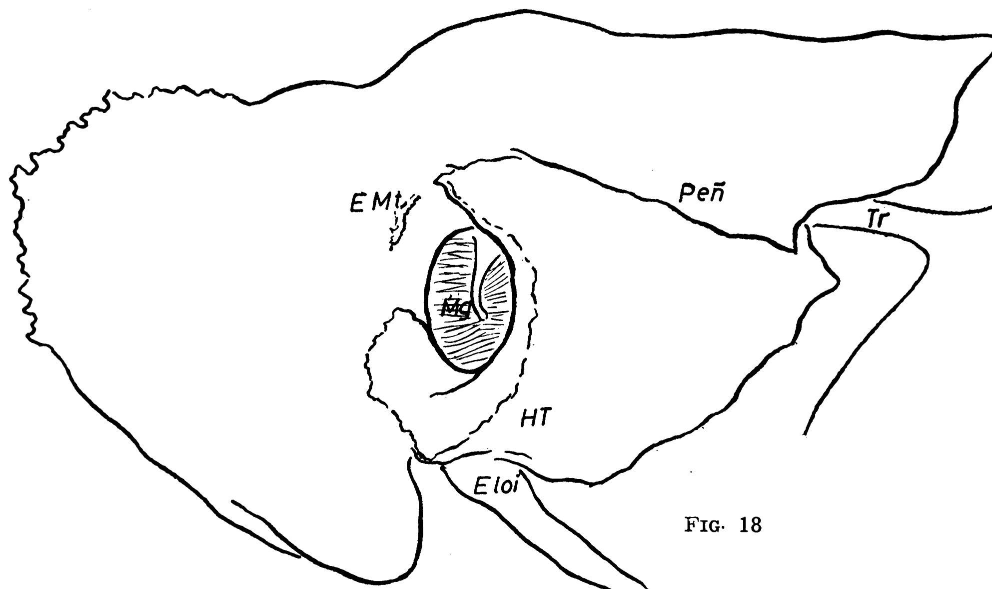


FIG. 18

FIGS. 16, 17 y 18. — Nótese la cavidad timpánica comunicando con la trompa (Tr) ampliamente desarrollada, quedando al descubierto en la figura 16. Nótese el *yunque* y el *estribo* en la figura 17, haciendo referencia a su situación en la figura 16. En la figura 18, la cavidad timpánica está protegida por el hueso *timpanal* (HT), que crece a partir de su apoyo en la estiloides (Eloi).

exteriormente asoma constituyendo la *apófisis estiloides* (Eloi). Dicho músculo, además, recibe inervación *facial* (NF), que es el nervio del segundo arco branquiógeno, como ya se sabe a propósito del desarrollo embrionario; así, tiende a inmovilizar la placa del estribo frenando el contragolpe vibratorio, influyendo de esta forma en la capacidad vibratoria del oído interno.

Para regular dicha tirantez, existe una nueva pieza ósea, llamada por su forma *yunque* (Y), que tiene dos ramas, apoyándose una en el estribo y la otra, muy fijamente, en una pequeña depresión cerca de la pirámide, limitando de este modo la tracción excesiva del músculo del estribo.

Un nuevo huesecillo, el *martillo,* ayuda al yunque a inmovilizar la placa del estribo, al presionar sobre aquél, y tensar, por otra parte, las paredes de la caja del tímpano mediante las ataduras que con ellas tiene el martillo desde su mango (Mg). A este propósito, el yunque y la cabeza del martillo están articulados en artrodia. Para que el martillo pueda actuar eficazmente, ha de ser atraído hacia delante, mediante un pequeño músculo que lo tracciona. Este *músculo del martillo* (MM) escapa fuera del peñasco para confundirse en parte con el ya conocido músculo tensor del velo del paladar o esfenosalpingoestafilino, y ser inervado también por una pequeña rama del nervio masticador. El martillo, su músculo y su continuación exterior, representan el armazón del 1.er arco branquiógeno, ya referido embriológicamente (1.er volumen).

Las vibraciones sonoras transmitidas por vía aérea son captadas corrientemente por la ventana redonda, siendo la misión de la cadena de huesecillos y de la ventana oval su contragolpe moderador. Pero, si los músculos del martillo y del estribo se tensan, los huesecillos quedan fijos y la transmisión del sonido hacia el oído interno se hace por medio de ellos. La transmisión ósea del sonido es un nuevo medio, diferente a la transmisión aérea.

La caja del tímpano, en su progresión durante el desarrollo embrionario, se queda atascada momentáneamente en la pirámide y ventana oval, abriéndose paso después entre el martillo, el estribo y el yunque, invadiendo la apófisis mastoides en su interior, donde se infiltra en *celdillas aéreas* que confluyen previamente en un espacio llamado *antro* (Ant). Dichas celdillas y antro mastoideo contribuirán a dar la resonancia oportuna para mejor transmisión de la onda sonora hacia el oído interno.

Todo este oído medio necesita una protección que no impida la llegada de las ondas sonoras. Con este fin la parte del antro y de las celdas mastoideas quedan alojadas en el espesor de la mastoides. La parte ósea que tapa el antro por fuera deja un pequeño fallo, llamado *espina suprameática* (EMt). De las proximidades de la apófisis estiloides (Eloi) se diferencia un nuevo hueso que, a modo de teja, va a tapar la mayor parte de la caja del tímpano. Es el llamado *hueso timpanal* (HT) y deja entre él y la mastoides un agujero amplio, en cuyo fondo queda libre la pared membranosa de la caja del tímpano, precisamente aquella parte que tensa el mango del martillo (Mg). Por este orificio, llamado *orificio auditivo externo,* pueden llegar las ondas sonoras recogidas por el oído externo.

El oído medio, pues, queda protegido en su mayor parte dentro de una caja ósea y además está en comunicación con el tubo digestivo, mediante la trompa de Eustaquio.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

OÍDO MEDIO. *Caja del tímpano*. Substrato de transmisión sonora. Trompa de Eustaquio. Ventana redonda. Ventana oval. Huesecillos del oído. Estribo. Yunque. Martillo. Membrana del tímpano. Músculo del estribo. Músculo del martillo. Pirámide. Celdas mastoideas. ANTRO. Substrato de transmisión ósea. Substrato de transmisión aérea. Hueso timpanal. Anillo timpanal.

CAPÍTULO 5

INERVACIÓN E IRRIGACIÓN DEL OÍDO MEDIO

El oído medio necesita VASOS Y NERVIOS para mantener un buen estado trófico, apropiado para su funcionamiento, evitando que se seque y se destruya.

Es necesaria la *inervación del músculo del estribo y del martillo* para que estos músculos puedan contraerse, sobre todo en el caso en que determinadas longitudes de onda y frecuencia sonora puedan llegar a ser perniciosas. Entonces se desencadena el clásico reflejo de la dentera, mediante el cual nuestra musculatura masticadora y facial se contrae y con ella los músculos del estribo (inervados por el «facial») y el martillo (inervados por el «masticador»), para establecer tensión e inmovilidad de la cadena de huesecillos, lo que hace que se modifique la transmisión de ese sonido, que puede ser perjudicial al organismo.

Asimismo es necesaria la *inervación de la caja del tímpano* para mantener su trofismo y la renovación del aire de su interior, que penetra por la trompa de Eustaquio.

En el desarrollo embrionario (fig. 19) hemos visto que la caja del tímpano (Tim) (evaginación de la faringe) se aproxima y queda ante la vesícula estatoacústica, precisamente donde confluyen nervios como el glosofaríngeo (GF) y los gustativos (supra e intratimpánicos) (St, It). Los nervios encargados del trofismo de la caja del tímpano corresponden a estos mismos troncos, tanto sean fibras sensibles o efectoras vegetativas.

Por la escotadura petrosa por donde pasa el nervio glosofaríngeo se le incorpora el llamado *nervio de Jacobson* (figs. 20 y 21) (Jac), que recoge sensibilidad de tipo táctil en la cara interna del tímpano (la que está inmediatamente aplicada al peñasco). Al nervio de Jacobson se incorporan fibras parasimpáticas del glosofaríngeo que ejercerán acción trófica sobre la caja del tímpano



FIG. 19. — Esquema de la cavidad timpánica (Tim) en desarrollo relacionada con el nervio supratimpánico (St) e infratimpánico (It) reunidos en el ganglio gustativo. Nótese igualmente ramos del nervio glosofaríngeo (GF) hacia al cavidad del tímpano. (En negro) Hueso timpanal. (Punteado) Apófisis estiloides. (Líneas de nivel) Vesícula estatoacústica en el fondo.



FIG. 20. — Esquema de la cavidad timpánica del adulto con sus nervios. (En negro) Tabla ósea del peñasco seccionado.

y fibras parasimpáticas que escaparán de él saliendo por un hiato hasta llegar al *ganglio ótico* (Ot) (fig. 20) de la glándula parótida, como ya se sabe.

El *nervio infratimpánico* (It), que recoge la sensibilidad gustativa de la lengua, se ve obligado en su trayecto a desviarse por el empuje que sobre él ejerce el hueso timpanal durante el desarrollo embrionario. De esta manera, tiene que introducirse por la *cisura de Glasser* (fig. 21) (Gl), que se forma cuando el hueso timpanal encuentra al peñasco. Dicho nervio desciende desde allí en relación íntima con la caja del tímpano a nivel del agujero auditivo externo, donde forma una especie de cuerda llamada *cuerda del tímpano* (CT), momentos antes de incorporarse al facial (F) (fig. 20). Acompañando a este nervio infratimpánico tenemos fibras parasimpáticas tróficas que se detienen en la caja del tímpano para favorecer su nutrición, y otras fibras parasimpáticas que seguirán acompañando al infratimpánico hasta llegar al *ganglio submaxilar* (S Mx) (fig. 21).

El *nervio supratimpánico* (ST), que desde el istmo de las fauces (velo del paladar) recoge sensibilidad de los botones gustativos para conducirla a lo largo de su trayecto (agujero palatino posterior, fosa pterigopalatina, agujero vidiano, hiato del peñasco) hasta el ganglio geniculado, incorporándose así al facial como ya se sabe, posee, como en el caso del nervio infratimpánico, fibras parasimpáticas que lo acompañan y que ejercen su acción trófica en la caja del tímpano, así como otras parasimpáticas también, que saldrán del peñasco y llegarán hasta el *ganglio esfenopalatino* (Es P) (figura 20).

Los estímulos parasimpáticos que del nervio infratimpánico y del nervio de Jacobson llegan a los ganglios submaxilar y ótico, favorecen la secreción salivar, despertando la necesidad de deglutir esta saliva y hacer que por reflejo los músculos petrosalpingoestafilino y esfenosalpingoestafilino abran la trompa de Eustaquio, renovando el aire de la caja del tímpano.

La comunicación de la faringe con la caja del tímpano se hace próxima al círculo linfático-faríngeo, tan fácilmente infectable.

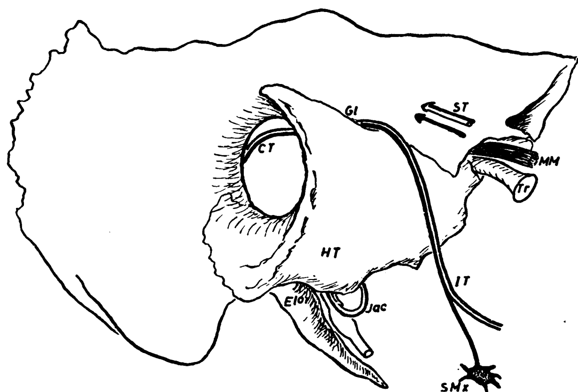


FIG. 21. — Representación esquemática en el adulto correspondiendo con la figura anterior, quedando tapada la cavidad del tímpano por el hueso timpanal (HT).

Esta infección puede propagarse por contigüidad hacia la trompa y caja del tímpano y producir inflamaciones del oído medio (otitis media), que se hacen crónicas si llegan a las celdas mastoideas. Con tales infecciones, la mucosa se va secando y esclerosando, sobre todo en las ventanas oval y redonda, conduciendo a la sordera.

La irrigación del oído medio se hace por pequeñas arterias que nacen de troncos próximos (arteria maxilar interna, auricular posterior, carótida interna a su paso por el conducto carotídeo y meníngea media). De dichos troncos, penetran ramas por los orificios óseos más accesibles, como es el agujero estilomastoideo, el agujero de la escotadura petrosa, los hiatos del peñasco, los pequeños orificios dentro del conducto carotídeo y la cisura de Glasser, principalmente.

El proceso de irrigación e inervación estudiado, regula estrechamente el trofismo de la mucosa de la caja del tímpano. Su alteración se suele centrar en zonas funcionales críticas, como en la ventana oval y en la ventana redonda, constituyendo un proceso conocido como «oto-esclerosis», impidiendo así la transmisión sonora.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Inervación e irrigación del oído medio. Nervio supratimpánico Nervio infratimpánico. Nervio de Jacobson. Cuerda del tímpano. Cisura de Glasser. *Fibras parasimpáticas. Riego de la caja del tímpano.*

CAPÍTULO 6

OÍDO EXTERNO. PABELLON. CONDUCTO AUDITIVO. MEMBRANA DEL TÍMPANO

El OÍDO EXTERNO recoge las vibraciones sonoras del exterior mediante el llamado pabellón y las conduce por el conducto auditivo.

El *pabellón*, encargado de recoger el sonido, está limitado (fig. 32) por el llamado *repliegue receptor* (II); más abajo ofrece el *repliegue protector* (III); más abajo aún,

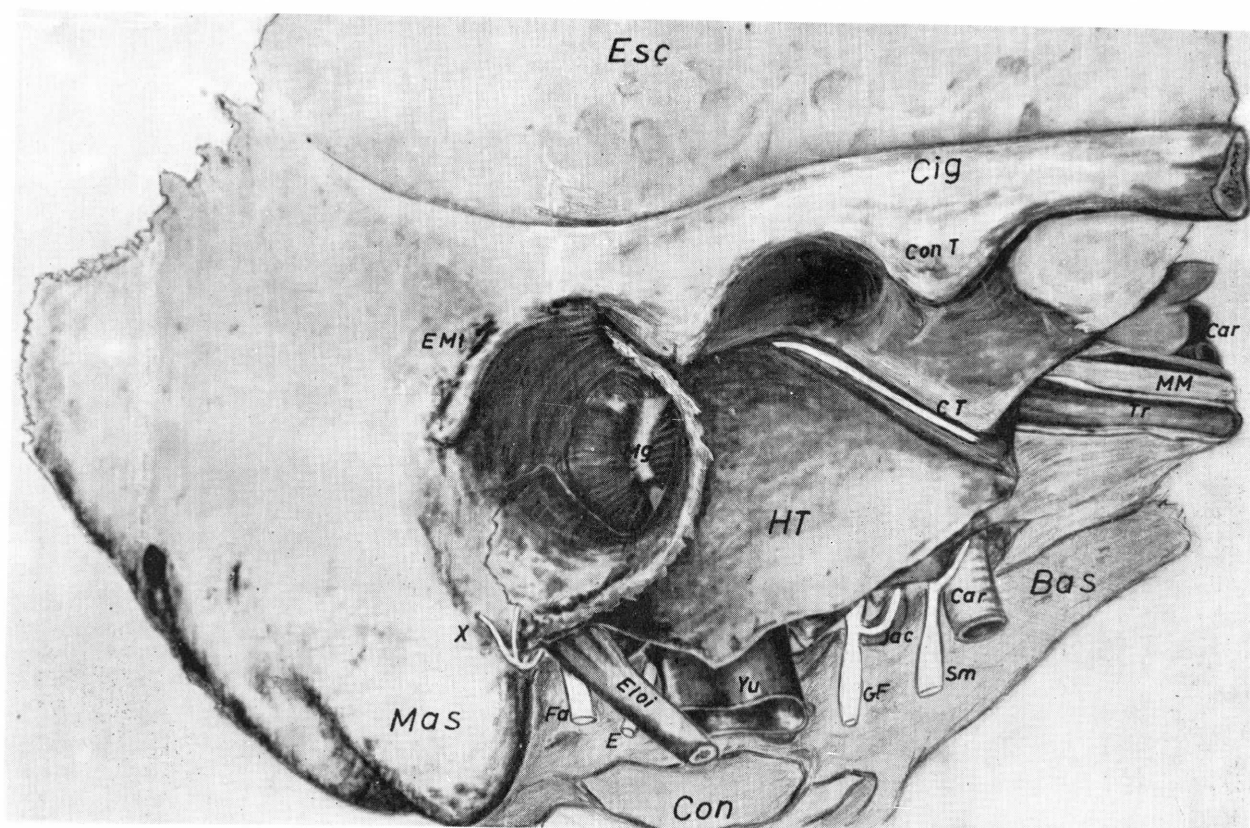


Fig. 22. — Peñasco del adulto situado en la base del cráneo con sus vasos y nervios sirviendo de referencia para sucesivas resecciones óseas que vayan poniendo en manifiesto el oído medio y el oído interno (véase figs. 23, 24, 25, 26 y 27).

FIG. 23

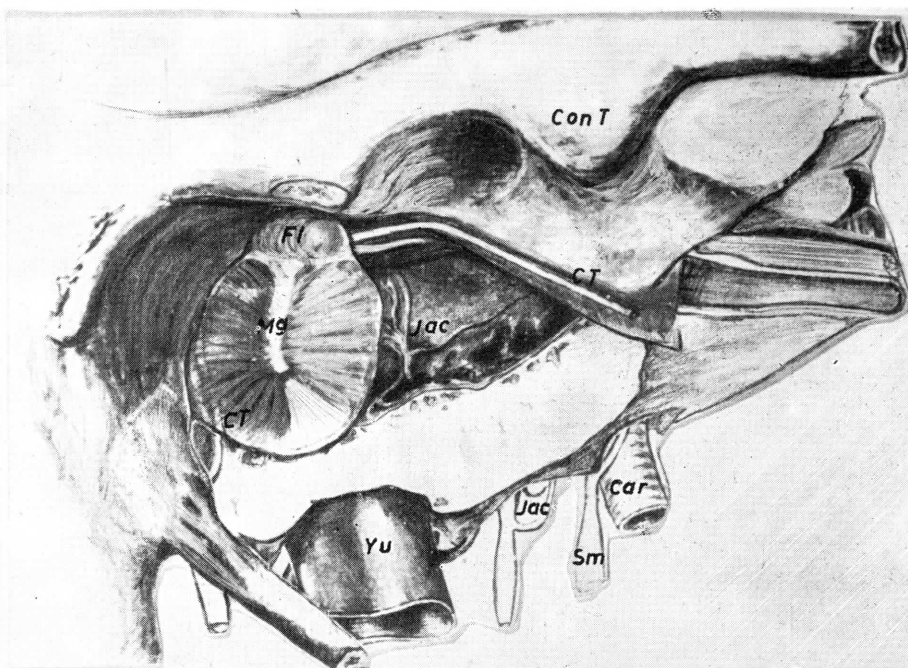
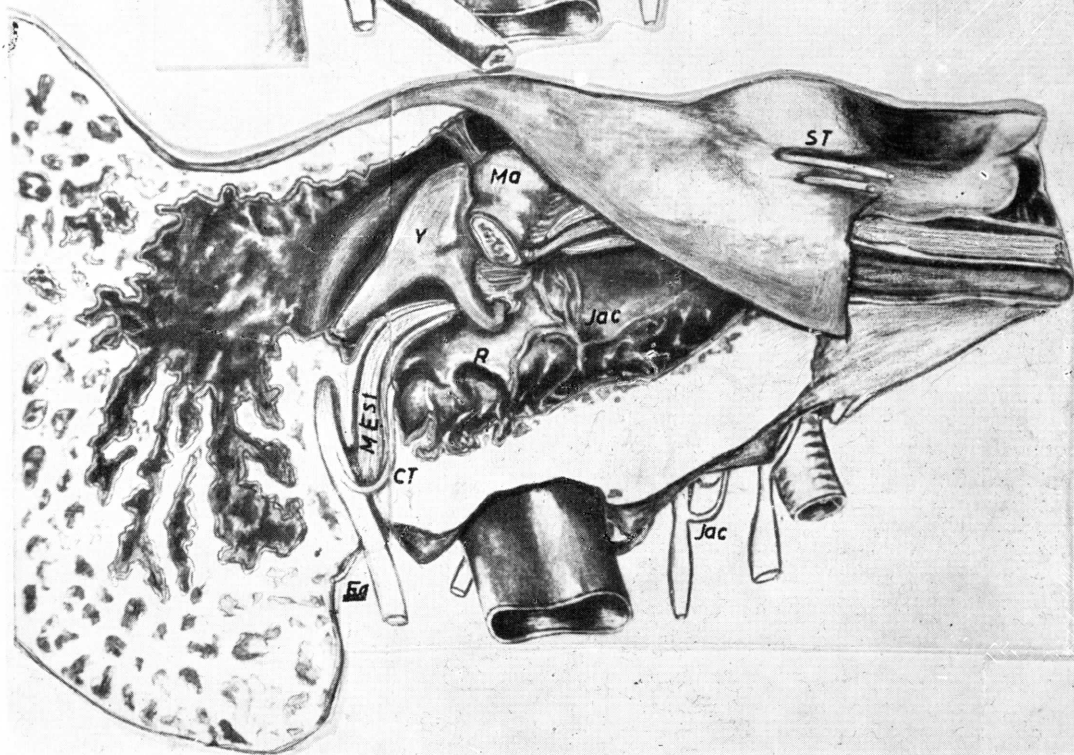


FIG. 24



FIGS. 23, 24, 25, 26 y 27. — En la figura 23 se resecó el hueso timpanal, pero se dejó la membrana del tímpano. En la figura 24 se resecó la concha (de la figura anterior) y se separó la membrana del tímpano. En la figura 25 se resecó el techo del tímpano, descubriendo el hueso del martillo y la caja del tímpano. En la figura 26, se eliminaron los huesecillos y se seccionó la pared del fondo de la cavidad del tímpano, demostrando el caracol con la columela (Colm). En la figura 27 se sitúa el laberinto membranoso referido al peñasco

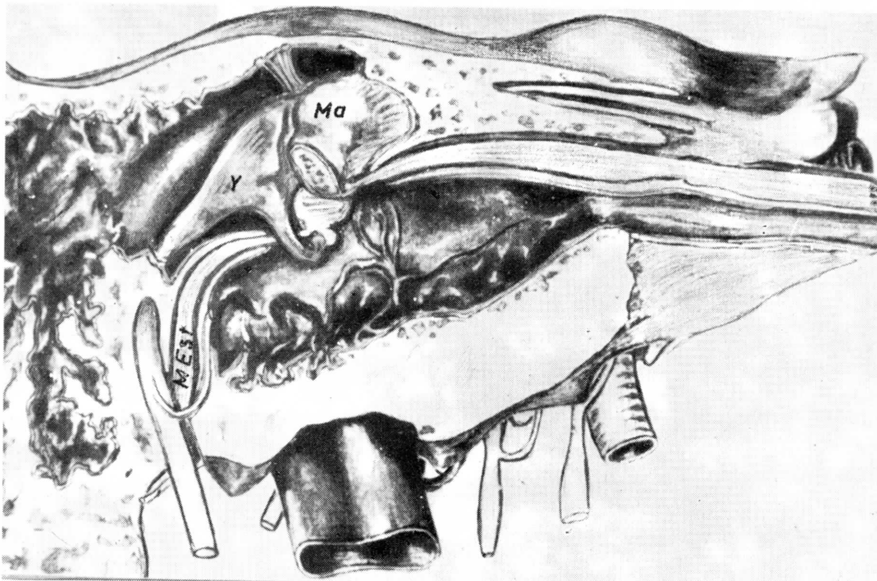


FIG. 25

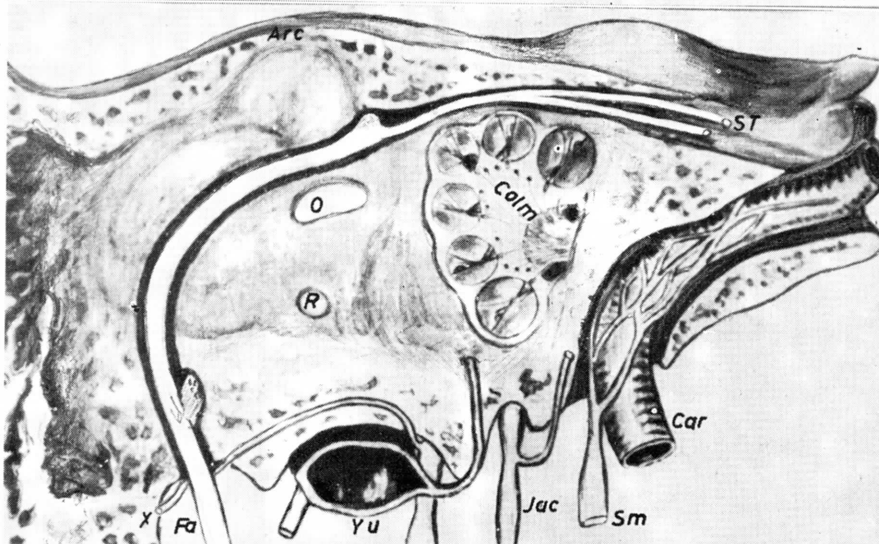


FIG. 26

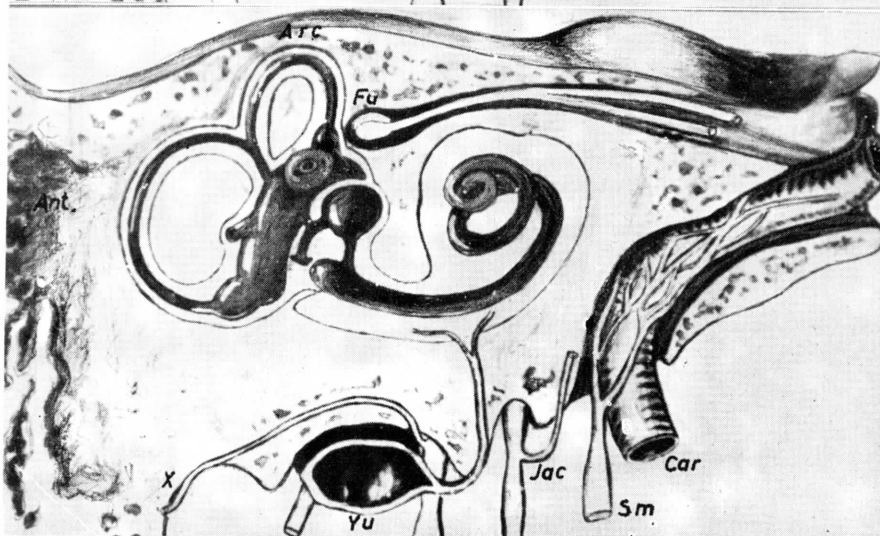
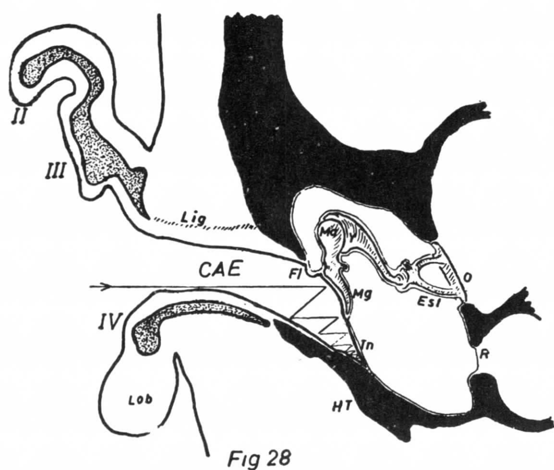
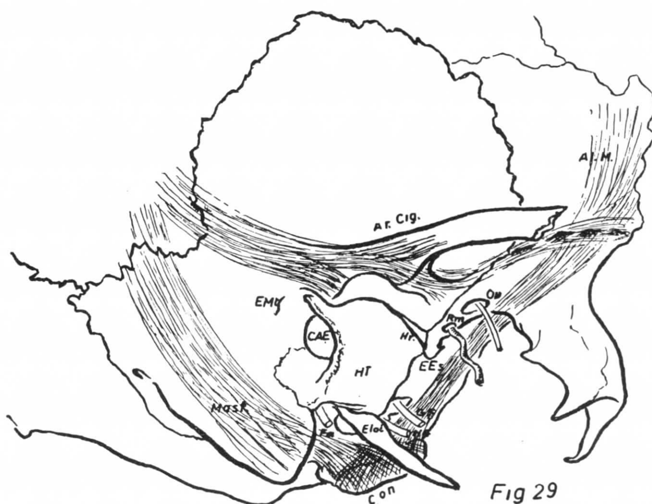


FIG. 27

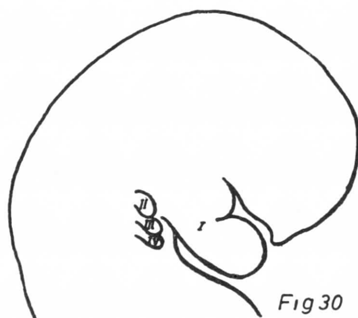
viene el *conducto auditivo externo* (CAE), que forma un fondo de saco cerrado, en declive hacia abajo, cuyo límite más profundo es la *membrana del tímpano* (fig. 31). De esta suerte, las vibraciones transmitidas desde el exterior (flecha y línea) pueden reflejarse sucesivamente en la membrana y en la pared declive del conducto auditivo externo (fig. 28), consiguiendo así el apropiado refuerzo para ser recogidas en la membrana del tímpano. El declive descendente del conducto auditivo hacia la membrana del tímpano contrasta con otro declive descendente del mismo conducto auditivo hacia el exterior, formándose en consecuencia el llamado *repliegue drenador* (IV), el cual, en su terminación, pende colgante, constituyendo el llamado *lóbulo de la oreja* (Lob). La *membrana del tímpano* del fondo del conducto auditivo externo no es vertical a causa del declive existente en la parte inferior que hace que esta membrana también se incline. Veamos (en la figura) que está constituida por una pared cutánea del fondo del conducto auditivo externo y una pared mucosa que corresponde a la caja del tímpano situada profundamente. Pared cutánea y pared mucosa están unidas directamente en sus dos tercios inferiores constituyendo la membrana del tímpano propiamente dicha, que lleva incluido el mango del martillo. El tercio superior de la membrana del tímpano forma una *bolsa fláccida* (Fl) (figs. 28 y 31) que engloba la cabeza del martillo (Ma), lo que le dificulta unirse a la parte mucosa de la caja del tímpano.

La parte inferior de la membrana del tím-





Figs. 28 y 29. — Visión esquemática del oído externo en corte y de frente, representándose aquí las líneas de fuerza de la zona ósea que rodea el peñasco.



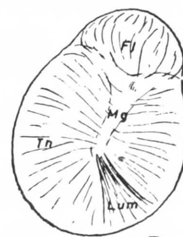


Fig. 30. — Representación esquemática de las eminencias cutáneas de los cuatro arcos branquiógenos (I, II, III, IV).

Fig. 31. — Representación esquemática de la membrana del tímpano por su cara externa.

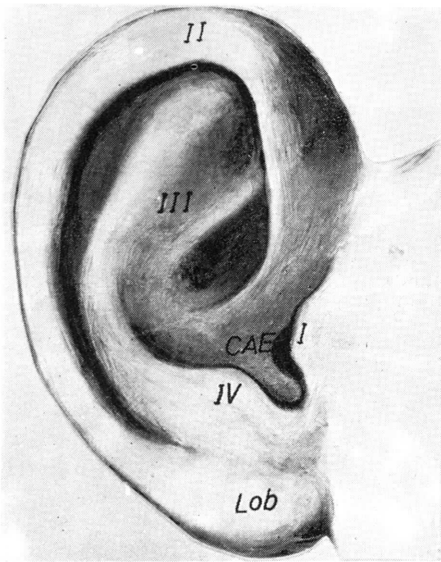


FIG. 32. — Pabellón de oreja del adulto.

pano o *zona tensa* (Tn) transmite las vibraciones sonoras por vía aérea a través de la caja del tímpano hasta la ventana redonda (R) (fig. 28). La parte superior de la membrana del tímpano o *zona floja* (Fl) transmite las vibraciones por vía ósea a través de la cadena de huesecillos que ha quedado rígida en determinadas circunstancias, debiendo de efectuarse la transmisión desde la cabeza del martillo (Ma) pasando por el yunque (Y) y llegando al estribo (Est) hasta la misma ventana oval (O).

El e s q u e l e t o auditivo (figs. 28 y 29) está constituido fundamentalmente por el peñasco, que no solamente engloba al oído interno, sino que también engloba al oído medio e intenta abrazar el oído externo sólo por su parte profunda. Existe más esqueleto, aunque no óseo, sino fibrocartilaginoso, suficientemente elástico para poder adaptarse a deformaciones en caso necesario. Ello se observa en el pabellón de la oreja y en el conducto auditivo externo, pues ambos deben de poseer esta propiedad. A tal respecto observamos el cartílago del espesor del repliegue receptor (II), el cartílago del espesor del repliegue protector (III) y, por último, el cartílago del espesor del repliegue drenador (IV), continuándose con el canal cartilaginoso inferior al conducto auditivo externo (fig. 28). El conducto auditivo externo, así, ofrece un cartílago por su parte inferior, pero no por su parte superior, donde sólo hay tejido fibroso.

El fondo esquelético del conducto auditivo externo es óseo y forma el agujero auditivo externo óseo (CAE) (fig. 29), que por delante está constituido por el hueso timpanal (HT), por detrás corresponde a la mastoides (Mast) y por arriba a la gran raíz petroescamosa, de donde sale el arco cigomático (Ar Cig). La transmisión de fuerzas por las paredes del cráneo, ya se sabe que es integrada en esta zona de la siguiente manera: la mastoides transmite un arbotante de líneas de fuerza hasta el cóndilo occipital (Con); el ala mayor del esfenoides (Al M) transmite igualmente otro arbotante de líneas de fuerza hasta el cóndilo. Entre ambos arbotantes verticales existe uno horizontal, petroescamoso, de donde salen nuevas líneas de fuerza para sujetar la raíz del arco cigomático (Ar Cig). Todo esto demuestra la zona de encrucijada de líneas de fuerza donde se encuentra el agujero auditivo externo y el peñasco, que le da apropiada resistencia ante los traumatismos. Cuando el traumatismo rebasa estos límites de r e s i s t e n c i a , entonces el conducto auditivo externo y el peñasco deben de fisurarse

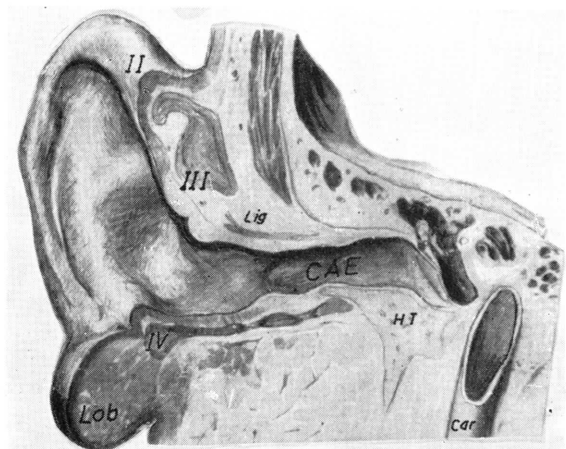


FIG. 33. — Corte a lo largo del conducto auditivo externo (CAE) en sus relaciones con el pabellón de la oreja y con la caja del tímpano

y movilizarse. La consecuencia es la lesión de cualquiera de los vasos y nervios contenidos en el peñasco y en sus inmediaciones. De aquí que las fracturas de la base del cráneo en estas zonas sean fatales. Contrastando con las zonas de resistencia indicadas, hay puntos débiles, como la espina suprameática (E Mt), donde la pared ofrece poco espesor y está situada inmediatamente por fuera del antro mastoideo (estudiado en lecciones anteriores como dependencia de la caja del tímpano). La espina suprameática indicada muestra al especialista otorrino, la referencia para trepanar el antro, cosa que se hace cuando éste está infectado crónicamente durante las otitis medias.

El fondo del conducto auditivo no se puede observar en toda su extensión si no se endereza dicho conducto por los procedimientos clínicos apropiados. Entonces se vería toda la membrana del tímpano (figura 31) con su parte tensa (Tn), donde está incluido el mango del martillo y su parte floja (F), que tapa la cabeza del mismo hueso. El aspecto de esta membrana transparentaría hasta cierto punto el estado normal o patológico de la cavidad timpánica situado al otro lado. Normalmente la luz exterior se refleja en el mango del martillo y se lanza sobre una parte determinada de la zona tensa, estableciendo un triángulo luminoso característico (Lum).

Los repliegues del pabellón de la oreja son inervados por diferentes nervios craneales, participando en esta inervación fibras sensitivas de cada uno de los grandes troncos nerviosos branquiógenos. Su fundamento debe de recordarse a propósito del desarrollo embrionario: los arcos branquiógenos recién constituidos (fig. 30) van desarrollándose de tal manera que el primero (I) aumenta mucho de tamaño y obliga a la formación de la mandíbula, así como un surco que lo limita por detrás. Los siguientes arcos branquiógenos se van retrayendo y, al mismo tiempo, su parte cutánea va ascendiendo, debiendo de notar que el segundo arco branquiógeno (II), al llegar al agujero auditivo externo, lo rebasa y contribuye a formar el repliegue receptor o *helix* (II). La parte cutánea del tercer arco branquiógeno (III) también asciende y forma en el adulto el repliegue protector (III) o *anthelix*. El cuarto arco branquiógeno (IV) también asciende para formar el repliegue drenador llamado *antitrago* (IV). No nos olvidemos del primer arco branquiógeno (I) que formó la mandíbula y que sin apenas desplazarse se ha prolongado hacia atrás formando el llamado opérculo (I) o también *trago* (figura 32). Notemos, por último, cómo entre el trago y el antitrago se va a abrir el conducto auditivo externo. Advirtamos también que bajo el trago y el antitrago el dispositivo drenador se prolonga constituyendo el lóbulo de la oreja de naturaleza grasienta. Ante esta organización en desarrollo, deducimos que, en el adulto, cada una de las zonas pertenecientes a los arcos branquiógenos envían sus sensibilidades táctiles por ramitas que irán a terminar a los grandes troncos nerviosos que les corresponden, como es el trigémino, facial, glosofaríngeo y neumogástrico, a nivel de la base del cráneo (X) (figs. 22, 26 y 27).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

OÍDO EXTERNO. *Pabellón. Conducto auditivo externo. Membrana del tímpano.* Espina suprameática. Inervación del pabellón de la oreja. Entrebotante petroso. Repliegue receptor = *Helix.* Repliegue protector = *Anthelix.* Repliegue drenador = *Antitrago.* Repliegue opercular = *Trago.*

CAPÍTULO 7

SENTIDO VISUAL. GLOBO OCULAR EN DESARROLLO. SUBSTRATO RECEPTOR = RETINA Y NERVIO ÓPTICO

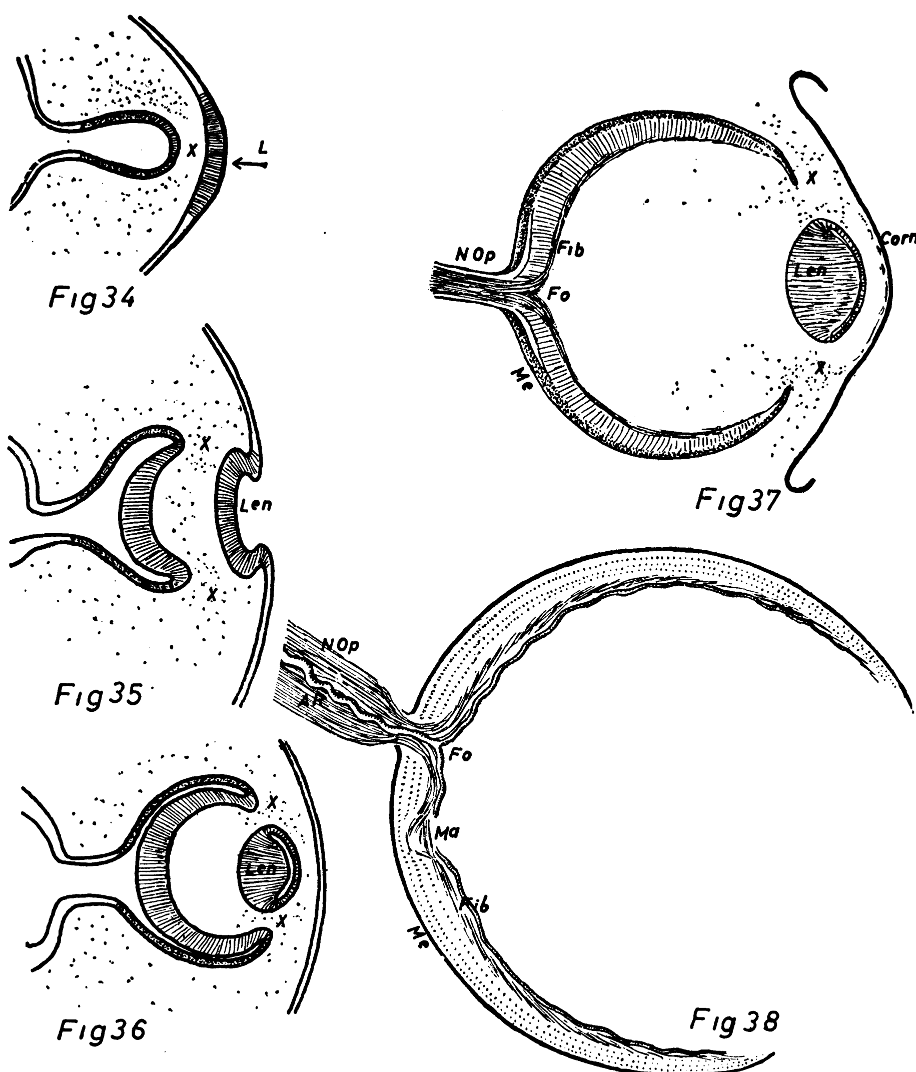
El sentido visual recoge las excitaciones luminosas. La luz se identifica con vibraciones de determinada longitud de onda y frecuencia. La longitud de onda de las excitaciones luminosas viene a oscilar alrededor de un tercio de micra, siendo las mayores las del rojo; mayores aún son radiaciones infrarrojas no visibles. La longitud de onda menor, en cambio, corresponde al violeta; menores que el violeta no son visibles y reciben el nombre de radiaciones ultravioleta. Un panorama visual ofrece las excitaciones luminosas en sus distintas intensidades y frecuencias (estas últimas representantes de los colores), distribuidas topográficamente.

Los rayos luminosos se disponen para atravesar (flecha) una piel transparente (L) (fig. 34) y ser recogidos por el tubo nervioso interior. Ya en el embrión se destaca a este propósito una evaginación del tubo nervioso primitivo. El mesénquima intermedio entonces posee epiblasto organizador (X) capaz de inducir el aparato de visión adulto. Para ello (figs. 35 y 36) la prolongación nerviosa se convierte en una copa receptora, mientras que la piel exterior invagina una bolsa transparente, que acaba independizándose en forma de lente (Len) o cristalino capaz de refractar los rayos que vendrán del exterior hacia la copa nerviosa receptora.

Avanzando el desarrollo mediante la sucesiva acción del inductor (X), advertimos (fig. 37) que la piel exterior ya se había hecho transparente, recibiendo el nombre de córnea (Corn). La lente o cristalino interior (Len) está capacitada para formar una imagen en la copa receptora. Esta copa muestra exteriormente un azogado como de espejo, a base de pigmento melánico (Me) (fig. 37) segregado por la cubierta exterior de la copa nerviosa receptora en degeneración. La cubierta interior de la copa, en cambio, prolifera activamente, dando lugar a la organización de muchos estratos celulares, siendo el más profundo el de las fibras nerviosas (Fib) en red (fig. 37), a lo que se debe el nombre de *retina*. Sus fibras portadoras de corriente se concentran en un punto en forma de fosa (Fo), de donde partirá el *nervio* óptico (N Op) hacia el Sistema Nervioso Central. Lo más importante del aparato de la visión es, pues, la retina o capa receptora de las excitaciones visuales, y los medios de refracción de los rayos que vienen del exterior, donde destaca el cristalino.

Ofrece un manifiesto espesor debido a sus numerosos estratos componentes, donde destaca, exteriormente, la capa pigmentaria melánica (Me) (fig. 38), e interiormente la capa de las fibras nerviosas (Fib). La organización, a grandes aumentos, a partir de

la *capa pigmentaria melánica* (I) (fig. 39), destaca un epitelio cúbico capaz de continuar segregando dicho pigmento por ambos polos de sus células. Así se constituye una superficie azogada como un espejo, capaz de reflejar los rayos luminosos (l) que vienen desde el exterior del organismo. Una vez reflejados estos rayos, retroceden el camino andado e impresionan la segunda capa, o sea, *la de los bastones* (II), capaz de convertir las radiaciones luminosas en corriente nerviosa, cuya intermitencia tiene la misma frecuencia que las radiaciones que la producen. Esta corriente sigue su camino, retrocediendo siempre hacia una capa más profunda constituida por prolongaciones protoplasmáticas de los mismos bastones, integrando así la llamada *capa de los granos* (IV). El grano es el núcleo de la célula que integra la segunda y cuarta capa. Así la corriente nerviosa se va canalizando y va progresando hacia nuevas estructuras más profundas, constituidas a base de neuronas de axones cortos irregulares, dispuestos a su vez en tres nuevas capas: la *plexiforme externa* (V), la de las *células bipolares* (VI) y la *plexiforme interna* (VII) (figura 39). Esta organización establece una serie de sinapsis de la corriente, que va progresando, con el fin de disminuir la extraor-



FIGS. 34, 35, 36, 37 y 38. — Fases sucesivas de desarrollo del globo ocular, referidas fundamentalmente a la retina y al cristalino.

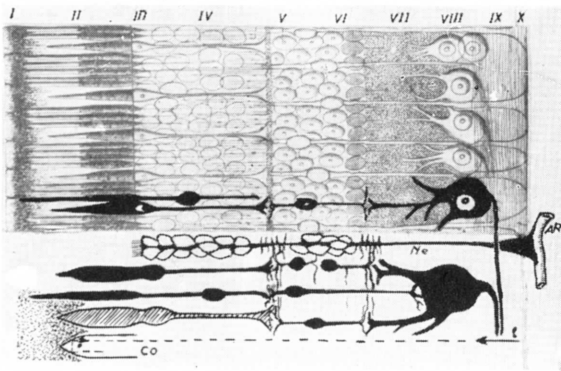


FIG. 39. — Representación esquemática de las diez capas clásicas que integran la retina.

dinaria frecuencia de sus descargas, hacia una media de 20 ciclos, pues sólo así puede abordar al Sistema Nervioso Central en normales condiciones. Una vez que la corriente ha perdido frecuencia, viene una *capa de neuronas de axón largo* (capa VIII o de las células ganglionares). Este largo axón constituye después la *capa de las fibras nerviosas* (IX), las cuales convergen (figs. 37 y 38) hacia el centro de la retina, para salir constituyendo el nervio óptico. El nervio se engruesa considerablemente una vez que ha perforado la retina (fig. 38), pues entonces es cuando sus axones se mielinizan para cubrir así un largo trayecto hasta su abordamiento en el tubo nervioso. La perforación de la retina para constituir el nervio óptico, obliga a la formación de una fosa: la llamada fóvea (Fo), también *agujero ciego de la retina,* porque al faltar aquí organización, falta también la recepción visual en este punto, y *papila* por formar en determinadas circunstancias patológicas sus contornos un saliente más acusado.

La capa de los *bastones,* que es la que convierte las radiaciones luminosas en corriente de la misma frecuencia, ofrece de trecho en trecho gruesas células en forma de cono, pero dicho cono se continúa con la capa de los granos, lo mismo que hacían los bastones. El *cono* recoge las radiaciones luminosas, matizando sus distintas longitudes de onda y, por lo tanto, los colores, cosa que no puede hacer el bastón, pues se impresiona con cualquier onda luminosa, dando sólo cuenta de la intensidad.

La capacidad del cono (Co) (fig. 39) para discriminar longitudes de onda, se debe al azogado melánico de su misma parte cónica, que hace que allí mismo se reflejen a distintos niveles las radiaciones en sus distintas longitudes de onda (fig. 40). Así, la radiación violeta que tiene la longitud de onda más pequeña y la radiación del rojo que tiene la longitud de onda más grande, se reflejan en una determinada superficie bruñida del cono, siendo la zona más apta aquella que en el refleje coge la longitud de onda entera sin fracción alguna. Por eso, el refleje óptimo del violeta tiende hacia el vértice del cono; el refleje del rojo, en cambio, tiende hacia la base del cono. El daltonismo se basaría en una deformación de los conos, de tal manera que confundirían algunas longitudes de onda y, por lo tanto, algunos colores. La corriente formada en el cono sería la misma que la del bastón, pero ofrece una mayor especificidad y menos filtro de frecuencia en las capas V, VI y VII. Así llegaría la corriente a las células ganglionares de la VIII capa, con una frecuencia algo superior a la habitual del Sistema Nervioso Central.

Los conos abundan en la parte de la retina que recibe la visión central, que es la más capacitada. Viendo la retina de frente notamos el centro geométrico de la misma (fig. 41); por dentro está la *papila* o agujero ciego (Fo) y por fuera la zona de máxima actividad de la retina o *mácula* (Ma). La mácula sólo posee conos para poder matizar al máximo la gama de colores en *visión central.*

La delicadeza de la función de la retina obliga a una correcta nutrición. Existe la

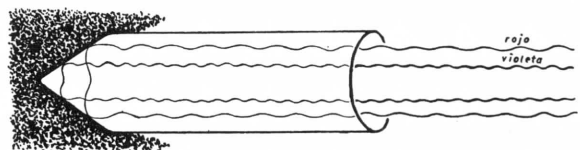


FIG. 40. — Esquema de un *cono* reflejando a distintos niveles las radiaciones luminosas del espectro solar según su diferente longitud de onda.

arteria central (AR) *de la retina,* que penetra en el espesor del nervio óptico (figura 38) y que aparece después ramificándose en un sentido ascendente y descendente, en el fondo de la retina (fig. 41). Lo mismo ocurre a las venas que drenan la sangre. El *fondo de la retina,* pues, mostraría a la exploración clínica un aspecto con todos los

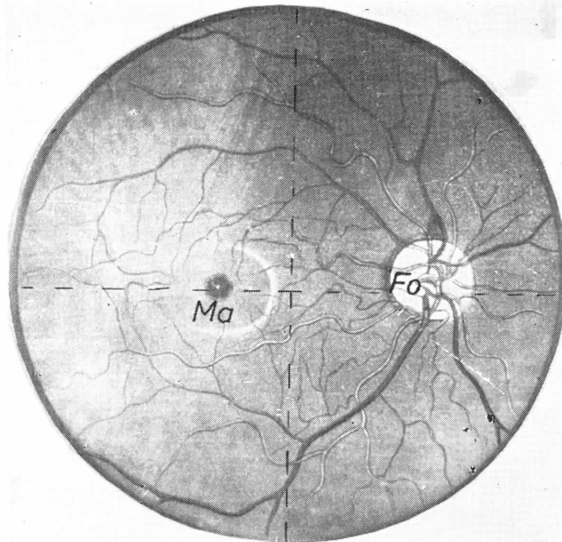


FIG. 41. — Fondo de ojo referido a la *fóvea* (Fo) y a la *mácula* (Ma).

detalles indicados (fig. 41), debiendo añadir que las venas pulsan visiblemente, pues aquí se realiza un automatismo, parecido al del seno venoso cardíaco, cosa necesaria para lanzar el drenaje venoso hacia el exterior del globo ocular, salvando así el angosto paso de la fóvea. La retina no recibe capilares en todo su espesor; los vasos penetran únicamente en las capas X, IX, VIII, VII y VI (zona vascular de la retina). Células neuróglicas (Ne) (fig. 39) son capaces de canalizar la nutrición desde las redes de la arteria central de la retina (AR). Estas células neuróglicas reciben el nombre de células de sostén o de Müller y están limitadas entre una *capa limitante externa* (III) y una *limitante interna* (X).

Notemos que la retina ofrece una delicadeza tal, que no permite más sujeción que, en el fondo, por la continuidad con el nervio óptico y en los márgenes (por su continuidad epitelial con los procesos ciliares). Por lo tanto, toda la superficie de la retina prácticamente, está directa y suavemente adosada por empuje de la tensión interior. Si esta tensión disminuye, la retina se despega mostrando aquí un espacio perirretiniano (*Fuska*) que puede ocuparse por exudado, si los rayos solares irritaron allí, al haber atravesado una barrera melánica poco densa.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

SENTIDO VISUAL. *Globo ocular*. SUBSTRATO RECEPTOR DEL GLOBO OCULAR = RETINA. *Nervio óptico*. Agujero ciego = Papila. Mácula = Visión central. Fondo del ojo. Substrato de la transmisión bioeléctrica. Capa melánica. Conos y bastones. Arteria y vena central de la retina.

CAPÍTULO 8

SUBSTRATO TRANSMISOR LUMINOSO. HUMORES: CRISTALINO, VÍTREO Y HUMOR ACUOSO

Los rayos luminosos se transmiten hasta la retina a través de medios transparentes interpuestos, llamados HUMORES, que hacen de lente con un determinado índice de refracción para que la imagen se forme justamente en la retina, que ocupa el fondo del ojo. El humor fundamental es el *cristalino*, que forma lente sólida biconvexa (Len) (fig. 42), sujeta por el llamado *ligamento suspensor* (o zónula) (Sus) del cristalino, que son fibras que tiran de sus márgenes para fijarlo en la parte de retina donde ya no llegan fibras nerviosas, quedando tan sólo el epitelio pigmentario.

En el ligamento suspensor del cristalino se concentra aquel tejido organizador embrionario que indujo la formación del globo ocular. En estado adulto, dicho tejido organizador persiste en forma de células situadas en bloque (X) detrás del ligamento suspensorio del cristalino. A este tejido se debe la formación del llamado *cuerpo vítreo* (Vit), a base de albúmina muy coloidal, más densa en superficie, en forma de membrana vítrea, que es lo que le separa de la retina. El humor vítreo aumenta la capacidad dióptrica del cristalino, o sea, la esfericidad, y por lo tanto la concentración de rayos, pero, además, corrige la aberración cromática que ofrece el cristalino, que como toda lente, refracta los rayos luminosos diferentemente según su distinta longitud de onda, lo que motivaría la formación de una imagen cuyos colores no estarían situados exactamente respecto a la realidad. Este defecto lo corrige el humor vítreo absorbiendo los rayos aberrantes.

Además del humor vítreo situado tras el cristalino, está el *humor acuoso*, situado delante. El humor acuoso se forma merced a la trasudación de excrecencias vasculares estratégicamente situadas. Son los llamados *cuerpos ciliares* (Ci) e iris (Ir) (figuras 42 y 43). Los cuerpos ciliares forman salientes o procesos; por eso reciben también el nombre de *procesos ciliares*. Los vasos, en su interior, forman un pelotón capilar, estando cubierto por el mismo epitelio pigmentario melánico (Me) de la retina, que se continúa hacia el iris. El *iris* es un proceso más anterior que los ciliares, que sobresale más aún, formando una pantalla ante el cristalino, dejando en el centro una abertura que es la pupila (Pu). Este iris sirve de diafragma para limitar la luz, pues el epitelio que lo tapiza por detrás es pigmentario melánico y, por tanto, opaco, si bien cuando este epitelio se refleja al salvar la pupila y cubre el iris por delante, ya no es pigmentario, sino un endotelio corriente de origen mesenquimatoso. El iris, como los procesos ciliares, es capaz de segregar líquido trasudado, aunque en menos proporción. Este líquido, transparente e incoloro, se

llama humor acuoso, el cual, ante el cristalino, forma un medio de refracción complementario. La misión fundamental del humor acuoso es la de corregir la aberración luminosa de los márgenes del cristalino, obligando a que los rayos lo hieran lo menos oblicuamente posible. La transparencia del humor acuoso se consigue mediante una renovación constante de líquido, el cual se drena al mismo tiempo que se segrega. El punto de drenaje se realiza hacia conductitos situados ante el iris en los márgenes de la llamada cámara anterior del humor acuoso. Este drenaje (Dr) se canaliza por los linfáticos que nacen en dicha zona. De esta suerte, el humor acuoso segregado por los procesos ciliares (Ci) se va vertiendo en la cámara que hay detrás del iris o *cámara posterior*, pasando después por la pupila a la *cámara anterior* y eliminándose a los linfáticos por los conductos de drenaje (Dr).

Los tres humores indicados: cristalino, vítreo y acuoso, requieren una nutrición muy precisa para su apropiada transparencia, pero los vasos no pueden llegar a ellos, y mucho menos al cristalino, pues en este caso formarían sombra. La organización del cristalino se basa (fig. 43) en un epitelio anterior y un epitelio posterior procedentes de aquella invaginación del ectodermo que lo constituyó en forma de bolsa primitiva. El epitelio anterior se mantiene fino con células cúbicas. El epitelio posterior ofrece unas células epiteliales prismáticas muy largas; tanto más cuanto más nos acercamos al centro del cristalino. En el centro mismo, estas células prismáticas se van hialinizando, convirtiéndose en una masa

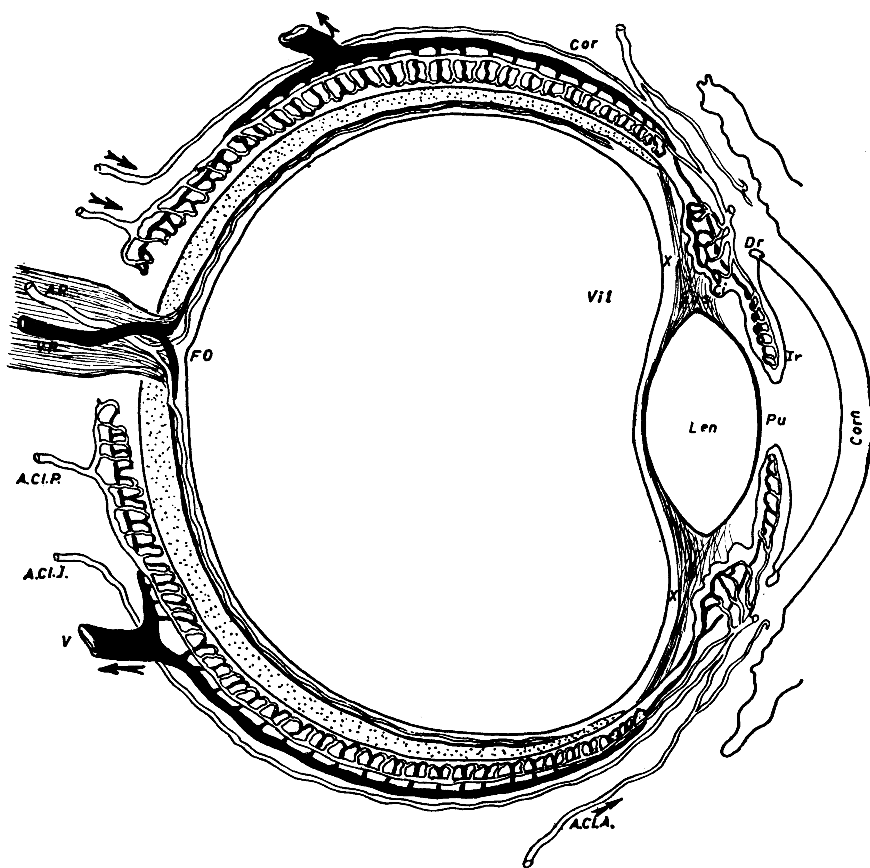


Fig. 42

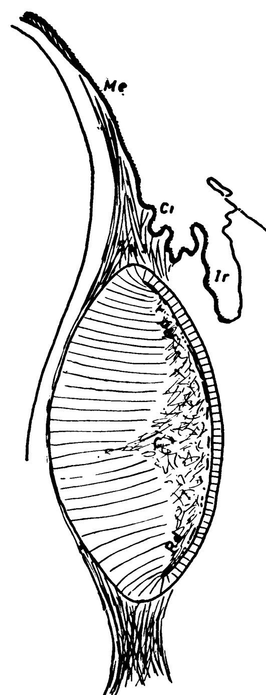


Fig. 43

Figs. 42 y 43. — Humores transparentes del ojo en relación con las zonas vasculares, representados esquemáticamente.

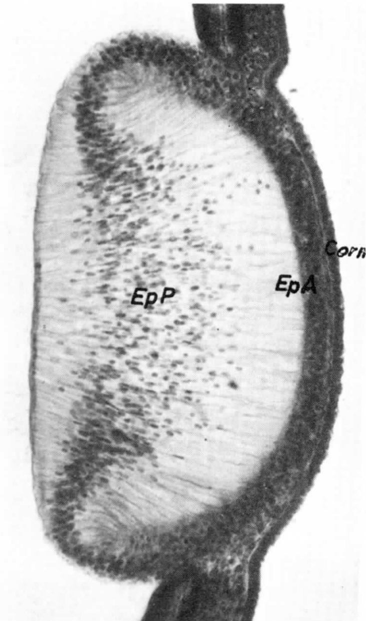


FIG. 44. — *Cristalino* en primeras fases de desarrollo, evocando la primitiva bolsa, con su epitelio anterior y posterior.

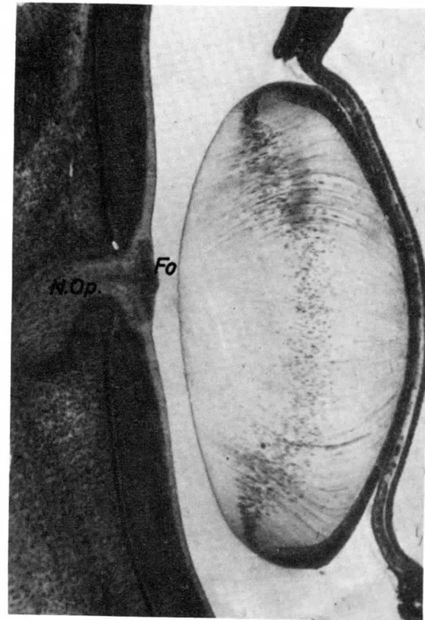


FIG. 45. — Cristalino en fase más avanzada de desarrollo. Nótese aplastado entre la córnea y el fondo de la retina en crecimiento.

homogénea central (C) que ofrece una capacidad óptica de refracción sin defectos prácticamente. Notemos que la hialinización de esta masa homogénea central resulta prácticamente de un déficit de nutrición, pues en contraste con esto, las células cristalinas del margen son las que m e j o r s e n u t r e n y se reproducen. La masa hialina central, antes de desorganizarse y hacerse opaca, va emigrando, irradiándose poco a poco hacia los márgenes del cristalino, para irse recogiendo a nivel del ligamento suspensorio y expulsándose hacia los cuerpos ciliares y hacia el humor acuoso. El ligamento suspensorio, pues, ofrece una compleja misión, donde aparte del papel suspensorio, está el de ir reabsorbiendo lentamente la substancia hialina del centro, echándola, transformada, al humor acuoso que está delante, así como a los cuerpos ciliares. El ligamento suspensorio también se encarga de aportar la nutrición al cristalino a partir de los márgenes y a través a su cápsula envolvente hialina. Cuando este proceso de nutrición del cristalino y de desasimilación consiguiente se perturba, entonces la substancia hialina central se hace opaca y se convierte en catarata. También puede hacerse opaco cualquier punto de cristalino que se nutra mal, con lo cual comprendemos que las cataratas ofrecen distinto aspecto y localización, obedeciendo a diferentes causas.

La organización del humor vítreo, para su apropiada nutrición, se basa en la actividad del tejido organizador que lo segrega mediante la cápsula vítrea situada detrás del ligamento suspensorio. Esta secreción es lentísima y el contenido vítreo es amorfo, limitándose a transferir la presión que recibe desde delante, a todos los puntos de la retina, uniformemente. Si esta transmisión de la presión no se realizase uniformemente, entonces las zonas desfavorables pondrían a la arteria central de la retina en situación de hemorragia (por disminuir la tensión de sus paredes). La hemorragia que se vierte en el humor vítreo es una nube opaca y volante que entorpecería la visión según los cambios de posición del sujeto.

La organización del humor acuoso, para

su secreción a nivel de los procesos ciliares y drenaje en los márgenes de la cámara anterior, varía según el estado de estímulo vascular: ortosimpáticamente, al retraerse los vasos, se retrae también el cuerpo ciliar y el iris, con lo cual disminuye la capacidad de secreción de líquido, pero se intercepta totalmente el drenaje; así, el humor acuoso aumenta lenta pero progresivamente, originando una hipertensión que se transmite hacia atrás, empujando al humor cristalino y al humor vítreo hacia el fondo del ojo. Si esta retracción del cuerpo ciliar y del iris es permanente a causa de una enfermedad de esta zona, entonces la tensión aumenta hasta provocar la ruptura del fondo del ojo a nivel del agujero ciego (Fo) (fig. 42), que es la parte más débil, lo que motivaría también un desprendimiento del nervio óptico con ceguera irreparable.

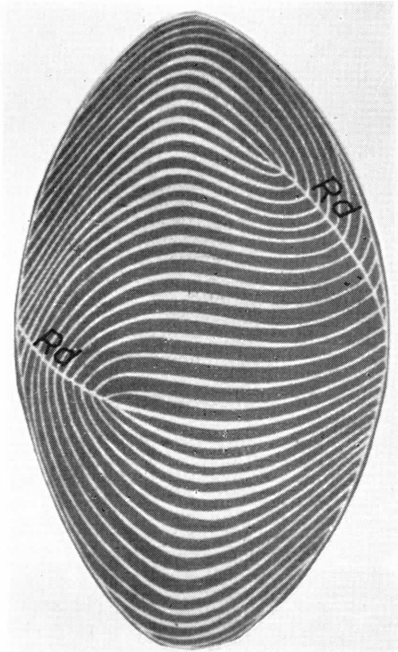


FIG. 46. — Aspecto esquemático del cristalino representando la dirección de las fibras de su tejido propio y su inserción en las radiaciones de la masa hialina central, lo que condiciona la elasticidad del mismo.

La integridad de los humores indicados depende en último término, pues, de la buena nutrición, la cual es función de los capilares de la capa vascular del globo del ojo (que está situada inmediatamente por fuera de la retina), constituyendo la coroides (Cor) (fig. 42), la cual se continúa con los procesos ciliares (Ci) y con el iris (Ir). Esta capa vascular tiene además una propiedad contráctil de la que dependerá la capacidad de acomodación de los humores para formar la imagen, lo cual debe estudiarse en el próximo capítulo.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

SUBSTRATO TRANSMISOR LUMINOSO. *Humores transparentes*. CRISTALINO. VÍTREO. HUMOR ACUOSO. Cuerpos ciliares. Procesos ciliares. Iris. Cámara anterior. Cámara posterior. Crecimiento del cristalino. Lente.

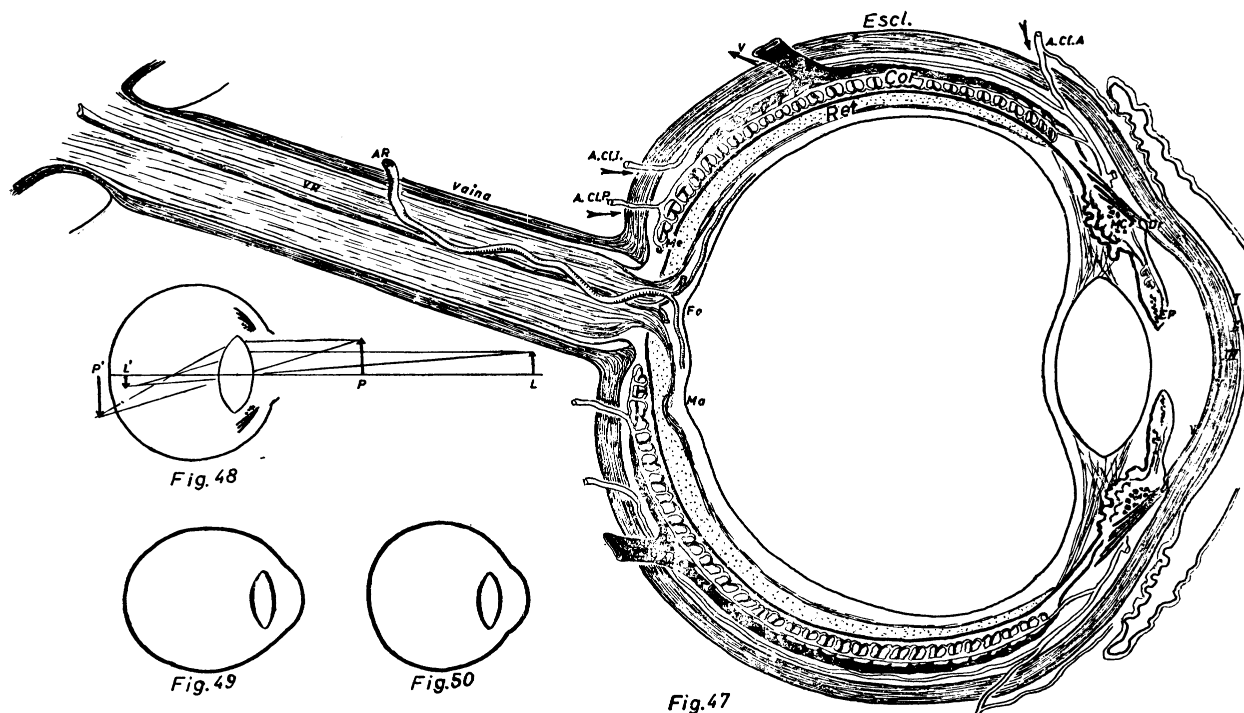
CAPÍTULO 9

SUBSTRATO ACOMODADOR LUMINOSO. CAPA VASCULAR: CUERPO CILIAR. IRIS. COROIDES. SUBSTRATO DEL MECANISMO NERVIOSO DE LA ACOMODACIÓN. SUBSTRATO ENVOLVENTE DEL GLOBO OCULAR: ESCLERÓTICA Y CÓRNEA

La ACOMODACIÓN visual consiste en enfocar la imagen en el mismo fondo de la retina y no delante ni detrás de ella. Esto se consigue haciendo variar de una manera apropiada la distancia de la retina y el poder dióptrico de los humores. Basta para ello que la zona ciliar se contraiga en profundidad circularmente para que el diámetro anteroposterior del ojo aumente. Esta compresión está encomendada al músculo ciliar.

El *músculo ciliar* (MC) ofrece fibras transversales (fig. 47) dispuestas esfintéreamente, cuya contracción angosta el ojo por esta zona y la ensancha de delante atrás. También tiene el músculo ciliar fibras longitudinales que evitarían que, en este proceso de angostamiento, la implantación del cristalino se retrajese hacia atrás; por eso, estas fibras ciliares longitudinales, atándose en la zona de implantación pigmentaria del ligamento suspensorio del cristalino, tiran de él hacia delante porque el otro cabo muscular se ata en el limbo de la cámara anterior, donde están los conductos de drenaje (Dr). A este propósito, observando la córnea, notemos que bajo el endotelio de la córnea (V) hay una capa elástica (IV), que se extiende en sábana y llega hasta el limbo corneal salvando los conductitos de drenaje del humor acuoso, permitiendo inserción a las fibras longitudinales del músculo ciliar. De esta suerte, el músculo ciliar actúa eficazmente merced a la acción conjunta de las *fibras esfintéreas y longitudinales* que la componen.

Un objeto próximo (P) (fig. 48) y un objeto lejano (L) deben formar imágenes en el mismo fondo de la retina si la musculatura ciliar actúa debidamente. Si se trata de un ojo inerte, el objeto próximo forma imagen (P') por detrás de la retina (R). En caso de un objeto lejano (L), la imagen quedaría (L') por delante de la retina. Si en la visión del objeto próximo (P) se actúa con los músculos ciliares (C), entonces la retina retrocede hacia la imagen del objeto próximo (P'), al mismo tiempo que al dirigirse al cristalino hacia adelante y aumentar el poder dióptrico de las lentes, la formación de la imagen (P') se adelanta saliendo al encuentro de la retina que estaba retroce-



FIGS. 47, 48, 49 y 50. — Demostrando el substrato anatómico destinado al mecanismo de la acomodación visual.

diendo. El objeto próximo, pues, se enfoca así en la misma retina por contracción de los músculos ciliares. La imagen del objeto lejano, en cambio, se consigue colocar en la retina por relajación de los músculos ciliares, ya que entonces el globo ocular, por tensión propia, tiende al estado máximo de esfericidad. Existen tipos de globo ocular alargado (fig. 49) o deprimido de delante atrás (fig. 50). El primer tipo o *miope* enfocará perfectamente de cerca pero tendrá dificultades en la acomodación lejana; el segundo tipo o *hipermétrope* acomodará fácilmente la visión lejana pero tendrá dificultades para la visión próxima.

El músculo ciliar se tiene que contraer tanto más intensamente cuanto más cercano está el objeto a percibir[1]. Además, algunas fibras esfintéreas del músculo ciliar se han desplazado en el espesor del iris y sirven de músculo esfintéreo de la pupila (EP) (figuras 47, 51 y 52). Por eso, la acomodación para la visión próxima, exige, no solamente la contracción del músculo ciliar, sino también de la pupila, la cual limita así los rayos excesivamente oblicuos, suprimiendo con ello el desenfoque de los márgenes. Músculo ciliar y músculo esfintéreo de la pupila se contraen por impulsos del *parasimpático,* existiendo a estos efectos el llamado *ganglio parasimpático ciliar* (G Ci) (fig. 55), situado por fuera del nervio óptico, que recibiendo impulsos del Sistema Nervioso Central, los lanza hasta el músculo ciliar y pupilar. En contraste con el parasimpático está el *ortosimpático,* que camina a lo largo de las arterias y penetra con ellas, distribuyéndose en la capa coroides, en la zona ciliar y en el iris. Estos impulsos ortosimpáticos, que tienden a la vasoconstricción (y que por esta causa vimos en el capítulo anterior cómo influían en la secreción y en el drenaje del humor acuoso, por retracción del cuerpo ciliar y del iris),

[1] Las fibras esfintéricas de la pupila se las nota como un engrosamiento del endotelio del iris. Adviértase que aquí, endotelio y músculo ciliar, tienen el mismo origen mesenquimatoso.

retraen también la capa coroides, determinando con ello una cierta tensión de las paredes del globo ocular que lo mantienen erecto y redondo; por lo tanto, de efecto contrario a la contracción del músculo ciliar parasimpático.

Notemos, pues, que los humores, especialmente el cristalino, juntamente con el cuerpo ciliar, forman una delicada unidad funcional para regular la secreción, reabsorción y tensión del humor acuoso; todo lo cual depende del apropiado trofismo de la zona, cuya alteración lleva lo mismo a las opacidades del cristalino o cataratas, como al distrofismo ciliar en su zona crítica de secreción y drenaje del humor acuoso; lo que aboca a su hipertensión o glaucoma.

El globo ocular queda integrado finalmente por el llamado SUBSTRATO ENVOLVENTE, a base de una capa fibrosa que en su mayor parte es opaca blanca y resistente, recibiendo el nombre de esclerótica, y que por delante, en cambio, es transparente e incolora, llamándose córnea.

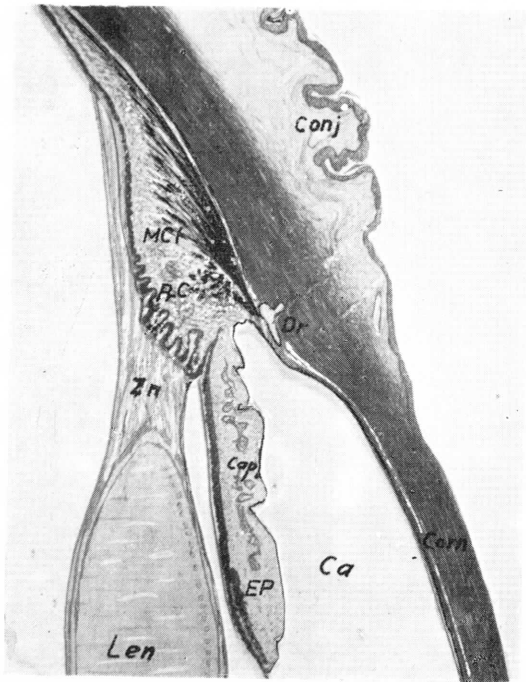


Fig. 51. — Músculo ciliar (M Cl) en relación con el cuerpo ciliar, iris, esclerótica, córnea y ligamento suspensor (Zn) del cristalino (Len).

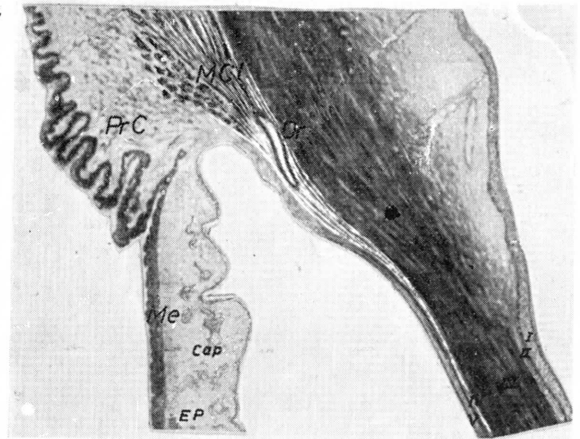


Fig. 52. — Mayores aumentos de la figura anterior. Nótese el músculo ciliar (M Cl) inserto en una membrana elástica correspondiente a la cuarta capa de la córnea (IV). Su unión se hace englobando el conducto de drenaje (Dr) del humor acuoso.

La *esclerótica* (Escl) (fig. 47), al envolver todos los componentes del globo ocular, permite el paso de vasos, como son las arterias ciliares (flechas de entrada), llamadas así porque, si bien pueden perforar la esclerótica por distintos niveles, enriqueciendo la capa vascular subyacente, se reúnen todas en la región ciliar, que es el verdadero nudo capilar de confluencia. La esclerótica, al llegar al nervio óptico, le forma un anillo, pero se continúa a lo largo de dicho nervio, proporcionándole una vaina (fig. 47) hasta el mismo agujero óptico del fondo de la órbita en la base del cráneo. Entre la vaina fibrosa esclerótica que envuelve el nervio óptico y las fibras nerviosas que lo constituyen, existe un espacio que aprovecha la vena central de la retina (VR) para drenar hacia el interior del cráneo. Toda presión endocraneal influye así en el trabajo de la vena central de la retina, que tiene que drenar la sangre desde la retina misma hasta el endocráneo. Si la presión endocraneal aumenta, el trabajo de la vena central de la retina aumenta también y se establece un estasis circulatorio justamente a nivel del punto ciego. Este estasis en el punto ciego de la retina lo aprecia el oftalmólogo *siempre en relación*

con la hipertensión endocraneal (por lo general motivada por tumores cerebrales).

En contraste con el camino de la vena central de la retina, que va siempre por dentro de la vaina del nervio óptico, está la arteria (AR) que perfora la vaina del nervio óptico justamente en su entrada a la retina.

La *córnea* o membrana transparente es una continuación de la esclerótica en el polo anterior del ojo, constituyendo esta continuación un tejido reticular propio de la córnea, dispuesto en gruesa capa (III). Las fibras de este tejido reticular propio de la córnea, y lo mismo sus fibroblastos conjuntivos, están dispuestos con arreglo a un retículo cristalográfico de triple dirección perpendicular entre sí. Ello permite la transparencia de la córnea, máxime careciendo de vasos para evitar la sombra de los mismos. De esta suerte, la córnea va a estar constituida por cinco capas histológicas, de las cuales la primera (I) es el *epitelio anterior*, continuador de la mucosa y de la piel de superficie, mientras que la segunda capa (II) es el *conjuntivo satélite* obligado del epitelio anterior. Entonces viene la tercera capa (III) de *tejido reticular* propio de la córnea ya indicada. La cuarta capa de la córnea (IV) ya fue indicada como *membrana elástica*. La quinta capa (V) es el *endotelio* de la cámara anterior, también conocido.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

SUBSTRATO ACOMODADOR LUMINOSO. *Músculo ciliar*. Capa vascular. Cuerpo ciliar. Iris pupilar. Coroides. Substrato del mecanismo nervioso de acomodación. ENVOLTURAS DEL GLOBO OCULAR. *Esclerótica*. *Córnea*. Músculo ciliar. Músculos del iris. Ortosimpático ocular. Parasimpático ocular.

CAPÍTULO 10

SISTEMA NEUROMUSCULAR OCULOMOTOR. SUBSTRATO PROTECTOR DEL APARATO VISUAL. ÓRBITA. VASCULARIZACIÓN Y SENSIBILIDAD

Los movimientos de orientación visual del globo ocular se deben al SISTEMA NEUROMUSCULAR OCULOMOTOR, que procede de aquel *acrosomita* embrionario (ya conocido por embriología) que se diferencia muscularmente en unas bridas carnosas que tiran hacia atrás del globo, constituyendo los llamados músculos rectos; también se diferencian en otras bridas carnosas que contrarrestan la acción de los músculos rectos, tirando oblicuamente hacia delante del globo ocular y evitando que se hunda en el fondo de la órbita, constituyendo así los músculos oblicuos.

Los *músculos rectos* se insertan en el paralelo de globo ocular llamado *ora serrata* (Or) (fig. 53). Este paralelo coincide profundamente con la zona de cuerpos ciliares y de ligamento suspensor del cristalino. La ora serrata, exteriormente, se deduce así: el polo anterior del ojo o córnea está en frente del polo posterior del ojo o polo del nervio óptico. El ecuador (Eq) equidista entre los dos polos. Ahora notemos varios paralelos; uno es el esclerocorneal (EC), otro es el de la ora serrata (Or), equidistante entre el ecuador y el paralelo esclerocorneal. La ora serrata va a recibir la inserción de los músculos rectos. En estas condiciones distinguimos el *recto superior* (RS), el *recto inferior* (R If), el *recto interno* (R It) y el *recto externo* (RE), que se dirigen hacia atrás para reunirse en la parte ósea del agujero óptico del fondo de la órbita, y cuyas contracciones determinarían una desviación de la dirección visual hacia arriba, hacia abajo, hacia adentro o hacia afuera, respectivamente. Notemos que el recto superior deriva hacia delante un músculo independiente que es el elevador del párpado superior (EP), el cual actuará al mismo tiempo que el recto superior, facilitándose así la observación alta del campo visual.

Los *músculos oblicuos* contrarrestan el hundimiento ocular que ocasiona la acción conjunta de los rectos. Distingui-

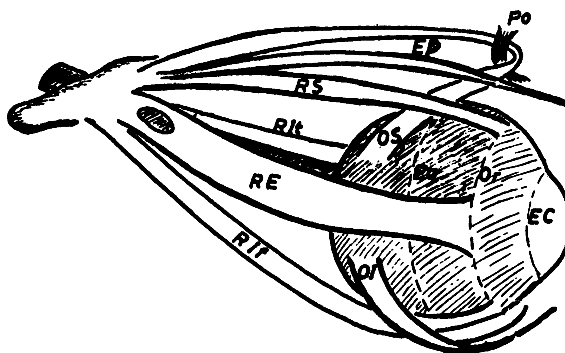


FIG. 53. — Representación esquemática de los músculos extrínsecos del globo ocular.

mos el oblicuo inferior (OI) que tira del polo posterior del globo ocular hacia delante enganchándose en el reborde inferior de la órbita junto al agujero lagrimonasal, y el oblicuo superior (OS) que insertándose en la llamada polea (Po), prendida en el reborde orbitario donde el músculo cambia de trayecto, se continúa hasta el mismo fondo de la órbita.

La inervación de los rectos, elevador del párpado, así como de los oblicuos, se reparte entre tres nervios derivados también del acrosomita embrionario. El nervio *oculomotor común* (OMC), el *patético* (Pt) y el *oculomotor externo* (OME), nervios que entran en la órbita por la llamada hendidura esfenoidal (fig. 54), situada entre el ala menor (Alm) y el ala mayor del esfenoides (AlM).

El nervio *oculomotor común* (OMC) (figs. 54 y 56) se ramifica por casi todas las musculaturas, como es el recto interno (RIt), el recto inferior (RIf), el oblicuo inferior (OI), el recto superior (RS) y el elevador del párpado (EP) (fig. 56).

El *patético* (Pt), llamado así porque es un filete que realiza un paseo solitario, va a inervar el oblicuo superior (OS) (figuras 56 y 58).

El *oculomotor externo* (OME) (fig. 54) va a inervar al recto externo (RE), pero lo perfora para abordarlo por su cara interna. Notemos que esta perforación del nervio oculomotor externo formando ojal es aprovechada también para pasar el oculomotor común (OMC), ya reseñado, pero no el patético (Pt), que pasa por encima de todo el recto externo. Esta disposición especial del recto externo en cuanto a su inervación, obedece a la especial función que

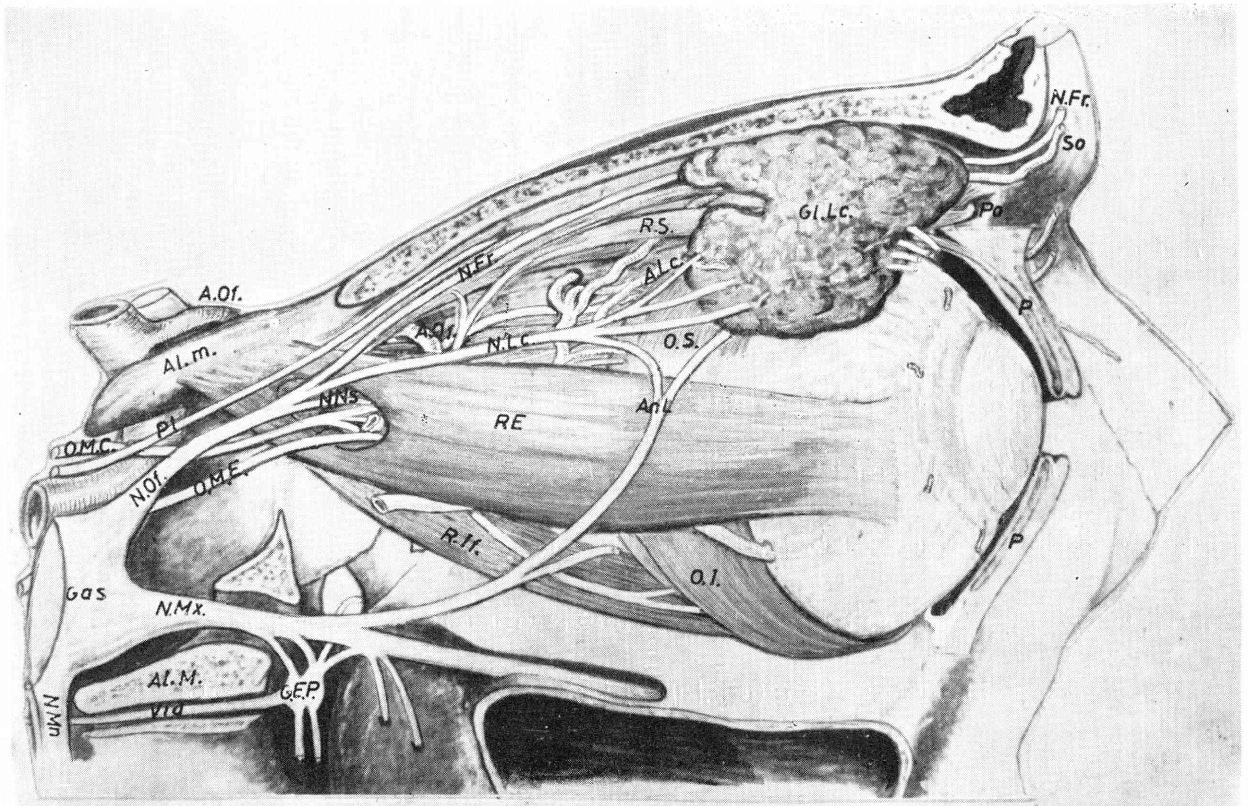


FIG. 54. — Visión del contenido orbitario resecando la cara externa. Nótese totalmente en superficie la anastomosis lacrimal (An L) adosada por fuera al músculo recto externo (RE). Dicha anastomosis y músculo, son resecados para demostrar ordenadamente el contenido orbitario, según se va indicando en las figuras 55, 56, 57 y 58.

le está encomendada, ya que el desviar un globo ocular hacia afuera, mediante la contracción de dicho recto externo, obliga a la desviación del otro globo ocular hacia adentro y por lo tanto a la contracción del recto interno, que es un músculo diferente. La

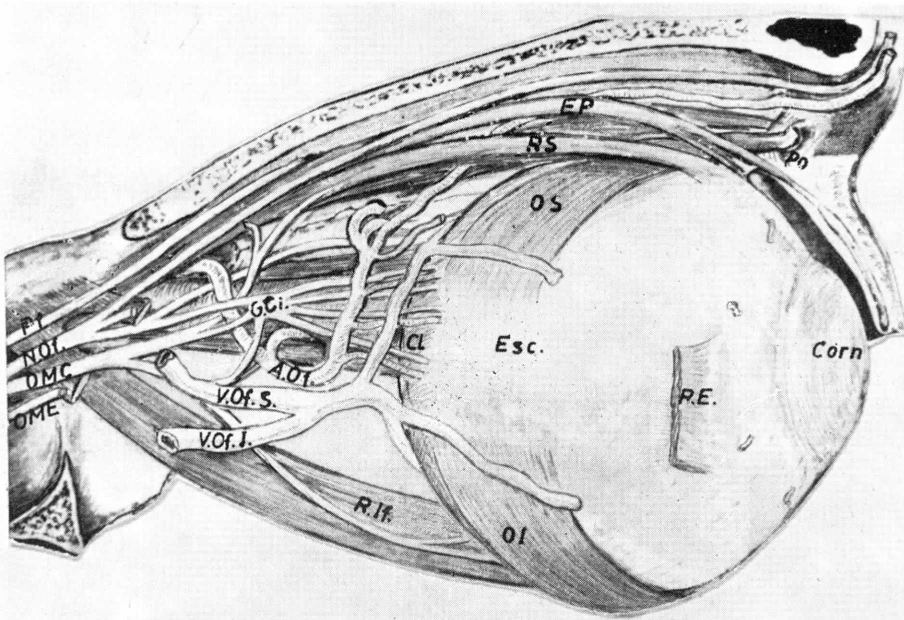


FIG. 55

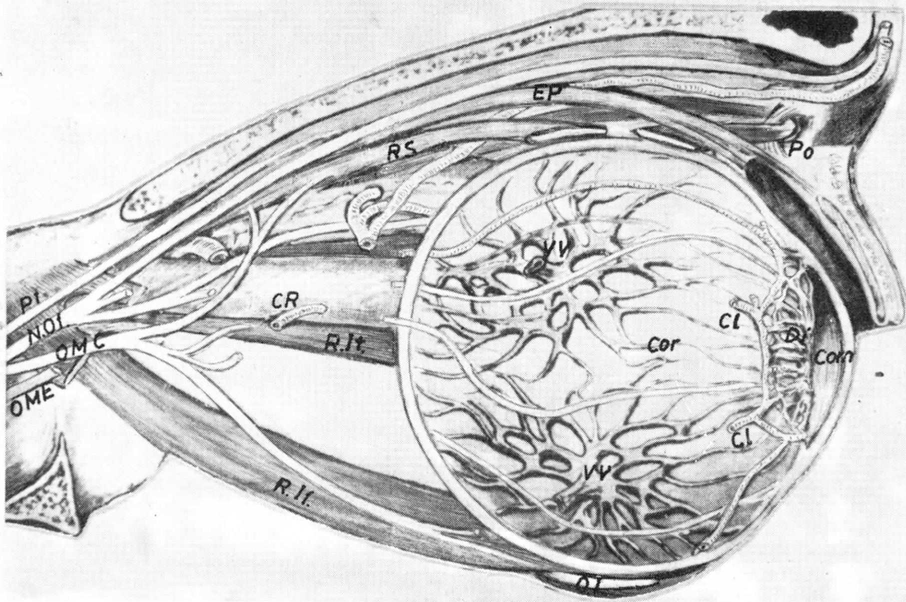


FIG. 56

FIGS. 55, 56, 57 y 58. — En la figura 55 se ha resecado el recto externo y la anastomosis nerviosa lagrimal de superficie que se indicaba en la figura anterior. En la figura 56 se ha resecado la arteria, la vena oftálmica y la esclerótica por su parte externa. En la figura 57 se continúa resecando membranas del globo ocular llegando a los humores. En la figura 58 se han vaciado los humores, pudiendo observarse los accidentes de la profundidad, como son la fóvea en el fondo del ojo (Fo); los procesos ciliares (PC) y su línea de implantación en la ora serrata (Or S); por último, el iris y la pupila (Pu). Nótese aquí el segmento anterior del ojo, por delante de la ora serrata, a base de sus dos cámaras componentes, anterior y posterior. Nótese el segmento posterior del ojo detrás de la *ora serrata.*

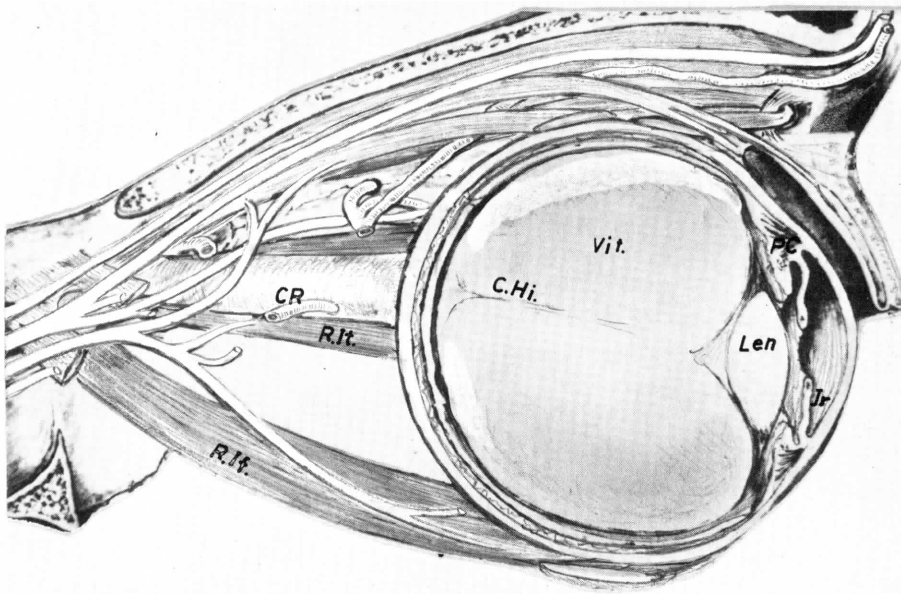


FIG. 57

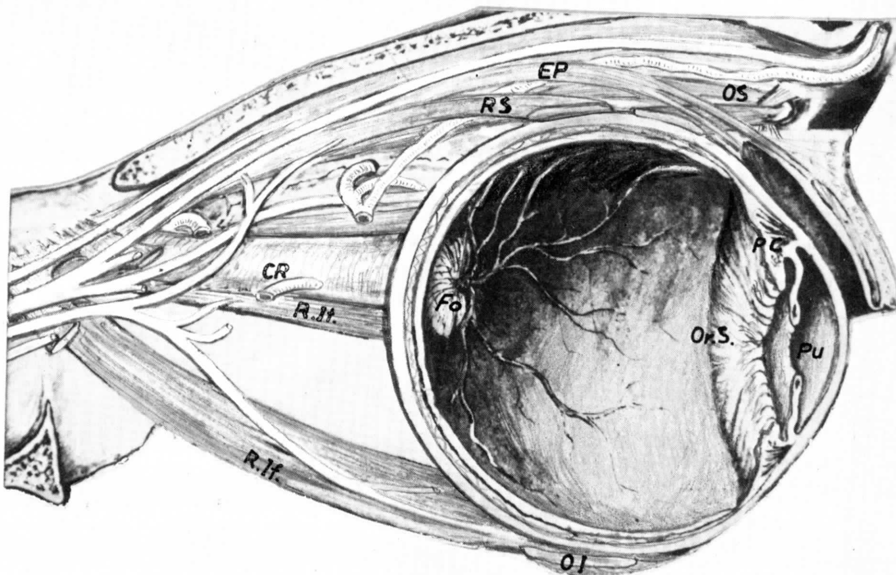


FIG. 58

desviación conjugada de los ojos es aparentemente paralela, pero en realidad las direcciones de ambos ojos siempre convergen hacia el objeto de la visión. Dichas circunstancias determinan, pues, un matiz funcional preciso para el oculomotor externo, lo que ya se expresa anatómicamente al estar independizado.

SUBSTRATO PROTECTOR DEL APARATO VISUAL. Corresponde fundamentalmente a la *órbita*, que es una fosa craneofacial, comunicada con la fosa pterigopalatina y con la fosa pterigomaxilar (ya conocidas) a través de la hendidura esfenomaxilar (EM) (fig. 59). Recordemos que el *techo de la órbita* corresponde al frontal (Fr) y al ala menor del esfenoides (Alm), mostrando esta última el agujero óptico (A Op) para el paso del nervio óptico. Observemos la *cara inferior de la órbita,* a base de la apófisis piramidal del maxilar (Mx). Observemos dos caras más en la órbita, como es la interna y la externa, completándose así el hueco de una pirámide

cuadrangular cuya base es la abertura orbitaria anterior y cuyo vértice corresponde a la hendidura esfenoidal (HE) (fig. 59). La *cara interna de la órbita*, ya mencionada, forma un límite con las fosas nasales, ofreciendo fundamentalmente la lámina papirácea del etmoides (Et), el hueso lagrimal (Lag) y la apófisis ascendente del maxilar, que son detalles ya conocidos. La *cara externa de la órbita* está integrada por el ala mayor del esfenoides (Al M) y el hueso malar (Ml). Los fundamentos de la fosa orbitaria están supeditados a la transmisión de fuerzas que, originadas en la zona de la masticación, ascienden por dos arbotantes ya conocidos, de los cuales el arbotante interno llega hasta la glabela por la apófisis ascendente, mientras que el arbotante externo pasa por la apófisis piramidal al hueso malar, por donde se continúa en una nueva dirección doble. La colocación del globo ocular dentro de la órbita se hace de tal forma que la córnea es tangencial a una línea que pasa del borde supraorbitario al borde infraorbitario. Así, la protección es suficiente y permite alojar suficiente campo visual.

La VASCULARIZACIÓN orbitaria se hace mediante la *arteria oftálmica* (A Of) (figura 55), que penetra en la órbita por el agujero óptico y camina hacia delante para terminar en el ángulo interno de la órbita donde se anastomosa con la arteria facial, que es ascendente. De esta suerte, se establece una anastomosis entre el sistema de la arteria carótida externa, de la que es rama la facial, y del sistema de la carótida interna, pues ésta, al aparecer por el agujero carotídeo del peñasco, continúa ascendiendo hasta dar la oftálmica. La arteria oftálmica en la órbita emite muchas ramas, pero de ella sólo interesa resaltar la central de la retina (CR) (fig. 56), así como arterias ciliares (ya mencionadas en lecciones anteriores); también hay arterias musculares y nasales, perforando estas últimas orificios óseos sobre la lámina papirácea.

La sangre venosa, procedente de los vasos «vorticosa» de la coroides, drenan por dos troncos oftálmicos al interior del cráneo a través de la hendidura esfenoidal (VV, V.Of.S., V.Of.I.) (figs. 55, 56).

La zona orbitaria ofrece una SENSIBILIDAD que recoge el *trigémino*, cuyo ganglio sensible o ganglio de Gasser (Gas) (fig. 54) sabemos que descansa sobre el peñasco. Notemos la rama mandibular (N Mn), la rama maxilar (N Mx), ya conocidas. Observemos igualmente la rama oftálmica (N Of), constituida a expensas de dos ramas sensibles; la frontal (N Fr) y la nasal (N Ns). Ambas ramas son también conocidas, pero aquí debe de notarse que la nasal pasa por el ojal del recto externo, mientras que la frontal pasa por encima (figs. 54, 55 y 56).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

SISTEMA NEUROMUSCULAR OCULOMOTOR. *Músculos rectos del ojo.* Músculo elevador del párpado. *Músculos oblicuos del ojo. Nervio oculomotor común. Nervio patético. Nervio oculomotor externo.* Anillo del tendón recto externo = Anillo de Zinn. Arteria oftálmica. Nervio oftálmico. Nervio frontal. Nervio nasal. Nervio lagrimal. Ganglio ciliar. ORBITA.

CAPÍTULO 11

PÁRPADOS. CEJAS. CONJUNTIVA. APARATO LAGRIMAL

Los *párpados* son la fundamental protección del globo ocular y se disponen como velos cutáneos, uno superior y otro inferior, para ocluir rítmicamente por el día y permanentemente por la noche, el globo ocular visible. El esqueleto de estos párpados es un cartílago para cada uno de ellos, llamado *tarso,* que proporciona al párpado rigidez y, a la par, elasticidad. El tarso (Tar) (figs. 60, 61 y 64) llega hasta el borde libre de cada párpado, siempre tapado por la piel y mucosa, que ofrece aquí orificios de desembocadura de glándulas incluidas en el mismo espesor del tarso, cuya secreción, semifluida, llega al borde libre, solidificándose durante la noche, determinando una oclusión perfecta y, además, un tanto persistente por cuanto que la secreción tarsal llegada a conglutinarse. Por la mañana, los restos sólidos pueden manifestarse por el borde libre, constituyendo la legaña, cuya cantidad puede orientarnos sobre algunas enfermedades. Por delante de los tarsos está el *músculo orbicular de los párpados* (M Orb) (fig. 60), ya conocido, inervado por el facial. Más adelante está la piel que tapiza el orbicular y forma algunas arrugas por contracción de este músculo; sin embargo, la elevación del párpado realizada por el músculo elevador (EP), que se inserta en el borde superior del tarso superior, tiende a suprimir estas arrugas, pues dicho elevador se inserta también en la piel del párpado. El borde libre del párpado, notemos que está constituido por la piel procedente de su cara anterior en el momento de reflejarse por detrás del párpado para pasar a mucosa palpebral. Dicho borde libre consta de dos labios. Uno exclusivamente cutáneo, de donde arranca la *pestaña,* que protege (la infección del folículo piloso de la pestaña determina el clásico orzuelo). El otro labio del borde libre de la pestaña es mucoso, correspondiendo al mismo borde libre del tarso que recibe la desembocadura de las *glándulas tarsales.*

La *coniuntiva* es la mucosa que se

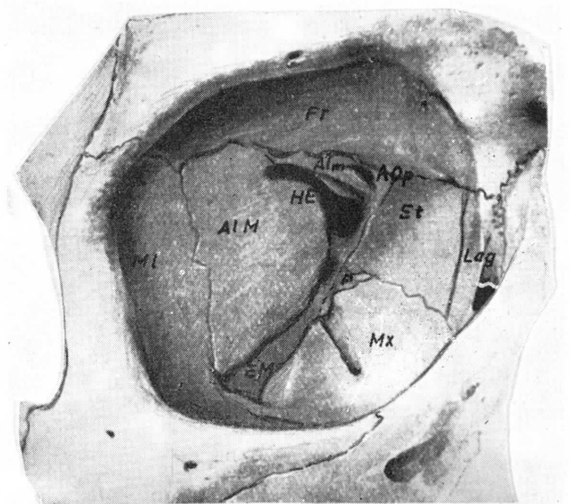


FIG. 59. — Orbita vacía de contenido, mostrando el fondo o vértice de la misma como referencia principal.

continúa de la piel a nivel del borde libre del párpado y que tapiza su cara posterior, así como la cara anterior del globo ocular visible. Por eso la conjuntiva tiene una parte palpebral y una parte ocular, estando unidas ambas por una parte refleja en fondos de saco.

La conjuntiva refleja está muy vascularizada, recibiendo vasos directamente de la arteria oftálmica. Su tránsito hacia la parte palpebral o tarsal y hacia la parte ocular esclerótica, es muy laxo y permite que los vasos se deslicen por estas zonas con cierto calibre. Estos vasos se capilarizan totalmente cuando siguen más allá, bajo la conjuntiva, pues ésta se estrecha al acabar agarrándose al tarso cerca de su borde libre, así como al globo ocular cerca de la córnea. En la córnea misma, comprendemos que hay una representación de conjuntiva corneal, que no es otra que la primera y segunda capa clásica de la córnea y carece de vasos. Interesa hacer notar vasos especiales que a nivel de la parte refleja de la conjuntiva se les puede ver, por transparencia, perforar en la esclerótica a nivel de la ora serrata. Estos vasos ciliares anteriores no son visibles anteriormente, sino cuando la región ciliar está enferma. en cuyo caso se congestionan y se les observa bien marcados al abrir el ojo, bajo la conjuntiva de la esclerótica formando un círculo vascular de la ora serrata (X) (fig. 62), que significa enfermedad de la región ciliar, cuyas consecuencias interesan en clínica tanto al especialista como al médico (ya indicado en

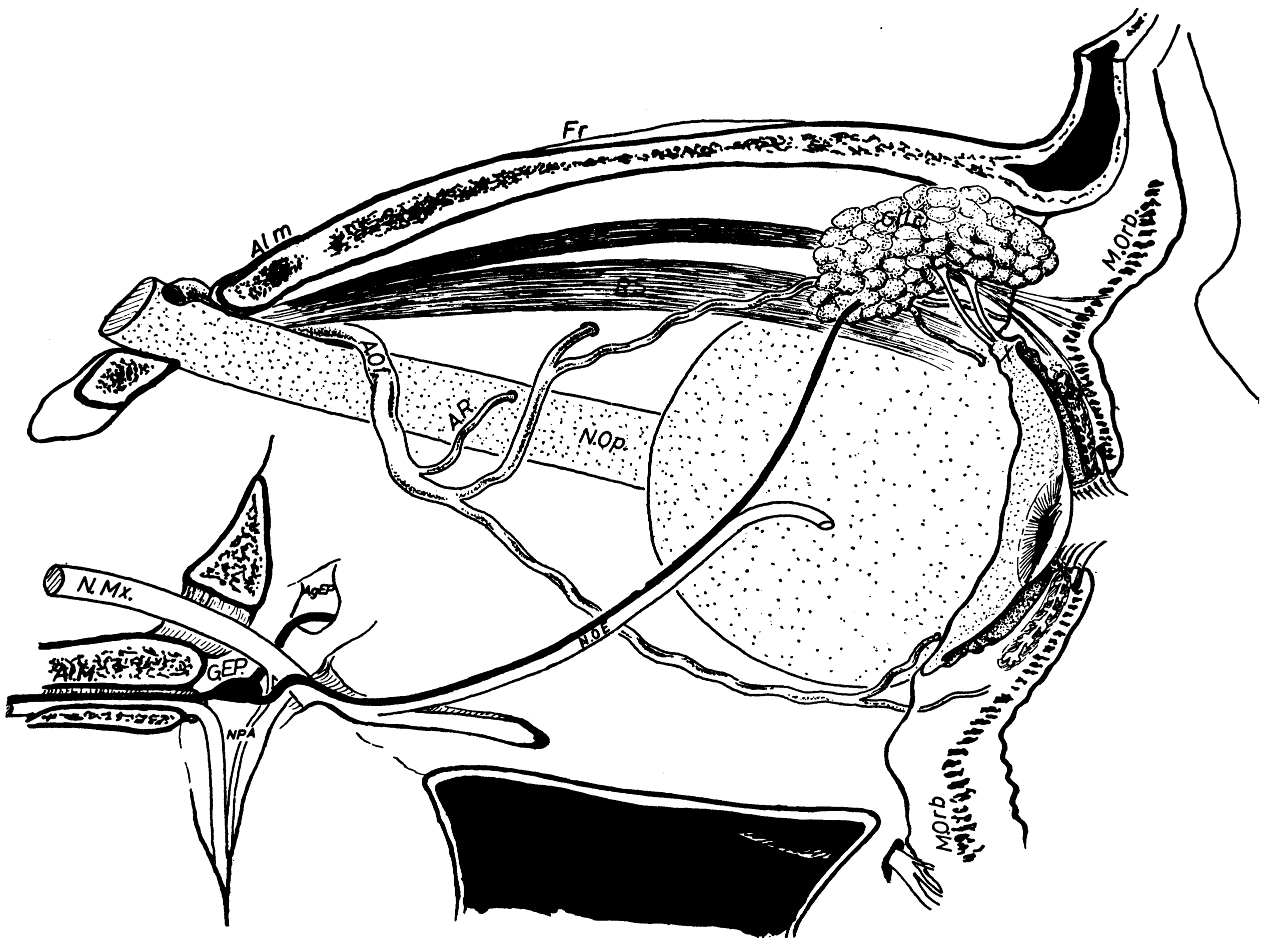


Fig. 60. — Representación esquemática de las vías lacrimales y de las nerviosas parasimpáticas que las estimulan (en trazo negro).

FIGS. 61, 62 y 63. — Representación esquemática de la órbita y de su contenido, vista de frente, en tres aspectos diferentes de reconstrucción.

lecciones anteriores). La *c o n g e s t i ó n* del círculo arterial ciliar de la ora serrata, no puede ser confundida nunca con la congestión general y, por lo tanto, con el enrojecimiento de toda la conjuntiva por un catarro. La conjuntiva palpebral, la refleja y la ocular, limitan la llamada cámara conjuntiva, lubrificada por las lágrimas.

A p a r a t o   l a c r i m a l . La secreción de las lágrimas se realiza por el fondo de saco superior de la cámara conjuntival, mediante la glándula lagrimal. El drenaje se realiza diametralmente opuesto.

La GLÁNDULA LAGRIMAL (Gl L) (figs. 60 y 63) se constituyó por el primitivo crecimiento y organización de varios conductitos lagrimales ascendentes que, cerca de la tabla ósea, motivaron la glándula. Ésta se encuentra por fuera del elevador del párpado (EP), al que abraza en su crecimiento, constituyendo así un estrato por encima de él y otro por debajo (figs. 60 y 63). La secreción lagrimal es impulsada por el parasimpático (trayecto en línea negra), cuyo centro corresponde al ganglio esfenopalatino (GEP) (fig. 60), ya conocido; este ganglio, que recibe impulsos del sistema nervioso central mediante el nervio vidiano, también conocido como supratimpánico, sobemos que lleva impulsos de secreción mucosa para las fosas nasales, por cuyo motivo envía fibras a esta mucosa a través del agujero esfenopalatino ya conocido. Ahora el ganglio esfenopalatino interesa para la secreción lagrimal. La vía que lo impulsa parte del ganglio y se va apoyando en los nervios sensibles que encuentra en su camino; por eso, vemos que se apoya en un pequeño trayecto del nervio palatino ascendente (NPA), del tronco del maxilar (N Mx) y del nervio orbitario externo (NOE), saltando desde aquí ya hasta la glándula lagrimal (GlL). El

FIG. 64. — Composición fotográfica que pretende demostrar en conjunto las vías lacrimales de secreción y excreción.

impulso nervioso a los vasos de la glándula lagrimal corresponde al ortosimpático, determinando una vasoconstricción, lo que lleva a una disminución del caudal sanguíneo de la glándula y, en consecuencia, a una disminución de la secreción lagrimal. Todo ello se hace siguiendo el mecanismo clásico de la acción parasimpática y ortosimpática, aplicable a todas las glándulas y vísceras del organismo.

El DRENAJE LAGRIMAL se hace por parte de las lágrimas que rebasan la cámara conjuntiva, siendo eliminadas hacia las fosas nasales. A este fin, recordemos que en el meato inferior (Me I) (fig. 64) se estableció muy tempranamente, durante el desarrollo embrionario, una invaginación de la mucosa, que llegó hasta la cámara palpebral formando el llamado saco lagrimal (SL). Este *saco lagrimal,* durante el desarrollo pudo llegar a situarse, como vemos en el adulto, protegido por el esqueleto óseo lacrimal que se fue formando más tarde. Así, vemos la apófisis ascendente del maxilar y el hueso lagrimal que integran el canal lagrimonasal, que drena hacia el meato inferior. Notemos que el saco lagrimal (SL) alojado en el canal óseo lagrimonasal se encuentra sujeto por un ligamento en forma de abrazadera (figs. 61 y 63), que permite que el saco lagrimonasal pueda distenderse. A este saco lagrimonasal llegan *dos conductitos lagrimales* (X) (fig. 64) incluidos en el espesor de los tarsos, que absorben la lágrima que rebasa del borde palpebral, pues aquí mismo, y en su parte más interna, están los *puntos lagrimales* (PL) (figs. 61 y 62), bien visibles en el párpado, de donde parten estos conductitos. La absorción por los mismos, es una propagación de la absorción nasal inspiratoria que acompaña al lagrimeo.

La *ceja* sobresale considerablemente ante el nivel del globo ocular. El plano óseo de la ceja o supraorbitario, pasando por el borde infraorbitario, es tangencial a la córnea. La disposición de los pelos en la ceja orientados hacia afuera determina una vertiente que obliga a tomar esta dirección a los líquidos que resbalan desde la frente.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Párpados. Cejas. Conjuntiva. Aparato lagrimal. Tarsos. Glándulas tarsales. Glándula lagrimal. Saco lagrimal. Puntos lagrimales. Conducto lagrimonasal. Vascularización de la conjuntiva. Vascularización cilioconjuntival.

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL
S. N. C.
Médula Espinal

CAPÍTULO 12

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL. SUBSTRATO NERVIOSO EN DESARROLLO. SUBSTRATO METAMÉRICO = MÉDULA ESPINAL. CENTROS MOTORES SOMÁTICOS

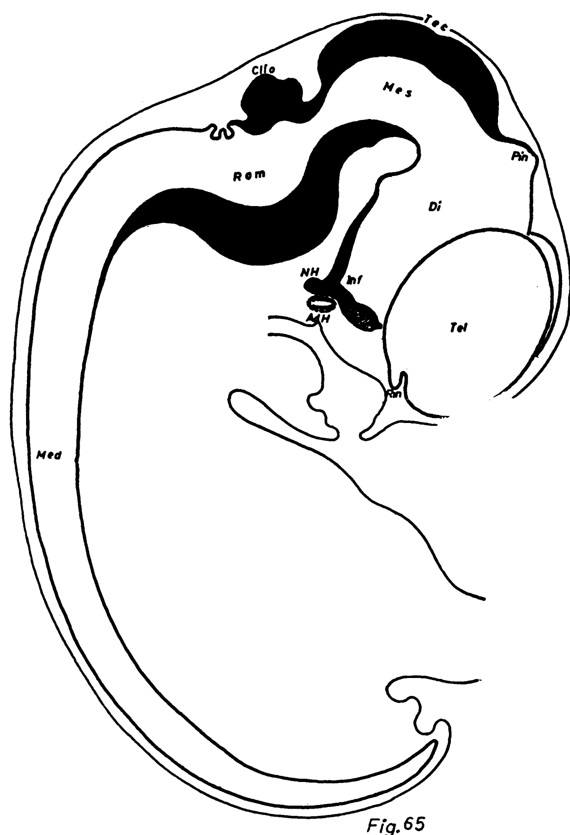
El informe recogido por los sentidos es conducido al Sistema Nervioso Central para integrar el proceso del Conocimiento. La complejidad que para esto ofrece el Sistema Nervioso Central del adulto, contrasta con la simplicidad del tubo nervioso primitivo, que es el que lo origina.

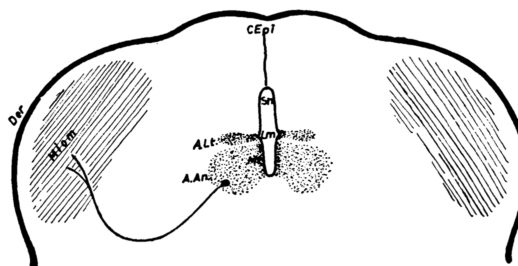
El *tubo nervioso primitivo*, derivado del ectodermo del dorso del nuevo ser, sabemos por *embriología* que ofrece los siguientes tramos (fig. 65): la llamada MÉDULA (Med), que va a regir la actividad de muchos de los componentes que integran cada metámero. El ROMBOENCÉFALO (Rom), que se engruesa por su parte anterior y se organiza para supeditar todos los componentes metaméricos de la parte medular hacia el fin vital más apremiante, que es la respiración. Otra parte del romboencéfalo se organiza hacia atrás, constituyendo el CEREBELO (Cllo), que va a integrar las fundamentales acciones de equilibrio, estática, postura, etc., para lo cual supedita hacia este fin todos los centros metaméricos anteriormente nombrados. Viene a continuación el MESENCÉFALO (Mes), cuya parte más alta o techo (Tec) se organiza para supeditar todos los centros anteriormente indicados hacia un aprestamiento atencional. Viene luego el DIENCÉFALO (Di), cuya parte infundibular (Inf) se organiza en seguida (NH) para integrar la hipófisis al unirse a la parte ectodérmica (AdH) desprendida del fondo de la boca. Como la hipófisis rige funciones nutritivas y reproductoras fundamentales, el diencéfalo recoge el informe del estado de estas funciones, que resulta ser el estado de conservación del individuo y de la especie, lo cual sirve de base para integrar el instinto y por lo tanto para elaborar su impulso conservador. En la parte final alta del tubo nervioso está el TELENCÉFALO (Tel), a base de dos vesículas que crecen extraordinariamente, integrando todas las funciones posibles hacia el proceso del conocimiento [1].

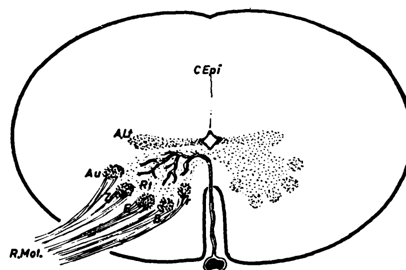
---

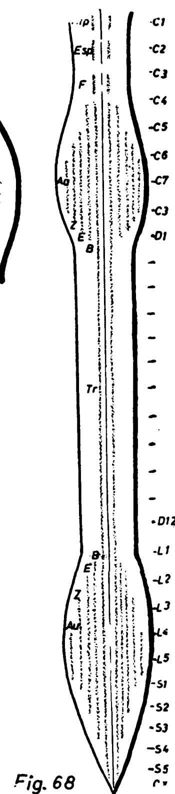
[1] Los substratos indicados resumen en su simplicidad embrionaria agrupaciones funcionales que en el adulto son referencias fundamentales. HOCHSTETER (1919) fue el primero que reconstruyó estos substratos tridimensionalmente, lo que indujo sucesivos trabajos que llevan al estado actual de conocimientos.

No nos es permitido tratar aquí de los elementos integrantes de todo substrato nervioso como es la neurona y la sinapsis. Los tratados de Histología están encargados de hacerlo. Aquí nos limitamos a señalar aquellas obras de CAJAL (1909), así









FIGS. 65, 66, 67 y 68. — Representando el tubo nervioso en desarrollo, donde se destaca la *médula espinal* (Med) (fig. 65) cuyo estudio va demostrando el desarrollo de sus centros motores (fig. 66) hasta el estado adulto, en corte transversal (fig. 67) y a todo lo largo (fig. 68).

Estudiemos separadamente cada uno de estos tramos, relacionando el substrato con la función principal que le corresponde, así:

Substrato metamérico = Médula espinal.
Substrato respiratorio = Romboencéfalo anterior.
Substrato de aprestamiento atencional = Mesencéfalo.
Substrato estático postural = Romboencéfalo posterior o cerebelo.
Substrato del instinto = Diencéfalo.
Substrato del conocimiento = Telencéfalo.

---

como los trabajos de KORNMÜLLER (1932) y DE CASTRO (1959), base de conceptos anatómico-funcionales de la neurona y de la sinapsis, que hoy día adquirieron una extraordinaria precisión. Tampoco es permitido aquí referirnos concretamente a la capacidad de las neuronas para estirar sus axones y dentritas en direcciones determinadas estableciendo conexiones y vías a lo largo del desarrollo, supeditadas a la intención finalista de *organizadores* embrionarios. Dicha propiedad fue sistematizada por KAPPERS (1932) bajo la denominación de *neurobiotaxis.*

Substrato metamérico: Médula espinal

La médula *espinal primitiva* (Med) (fig. 65) es un tubo aplastado lateralmente (fig. 66) cuya cicatriz posterior, que indica su procedencia del ectodermo, forma un tabique persistente llamado *tabique epineural* (C Epi). Dicho tubo crece y en el adulto ha engrosado sus paredes considerablemente (figs. 69 y 70). La luz interior queda relativamente achicada, formando lo que se llama la *cavidad ependimaria.* Los centros metaméricos situados a lo largo de este tubo, fundamentalmente motores, son: los centros motores de la vida de relación, que

salen de la llamada *placa basal* motora somática del tubo nervioso (Mt) (fig. 66), y los centros motores de la vida vegetativa, que se forman por crecimiento de la llamada *cresta limitante* (lm). En el desarrollo y en el estado adulto, los centros motores indicados ocupan las llamadas *astas anteriores* (A An) (fig. 66) y las *astas laterales* (A Lt) de la médula espinal, respectivamente. Las astas anteriores, a su vez, diferencian centros a base de neuronas cuyos axones salen constituyendo nervios motores (R Mot) (fig. 67), que irán a los músculos de la vida de relación; es lo que en el embrión corresponde al miomero (Miom) (fig. 66) y en el adulto está distribuido metaméricamente por todo el cuerpo. Dichos centros se diferencian en las astas anteriores como dientes salientes. De dentro a fuera tenemos: centros para los músculos del tronco (Tr) (fig. 67); centros para los músculos del basípodo (B); por lo tanto lo mismo el hombro que la nalga; centros para los músculos del estilópodo (E), por lo tanto lo mismo del brazo como del muslo; centros para los músculos del zigópodo (Z), por lo tanto lo mismo los del antebrazo como los de la pierna; centros, en fin, para los músculos del autópodo (Au), por lo tanto lo mismo los de la mano como los del pie. Estos centros son verdaderas columnas (fig. 68) dispuestas longitudinalmente a lo largo de la médula.

La columna para el tronco es continua (Tr) (fig. 68), impulsando en sus distintas alturas la musculatura que le corresponde metaméricamente; sin embargo, en su parte más alta hay sucesivamente una diferenciación para el impulso frénico o del diafragma (F); para el impulso de musculaturas espinales (Esp), y para los músculos de la lengua (Hip). Esta diferenciación ya existía en el período embrionario y debe ser recordada ahora.

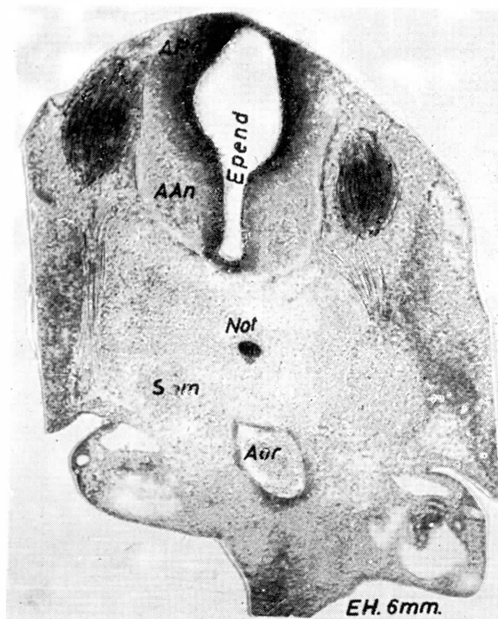


FIG. 69

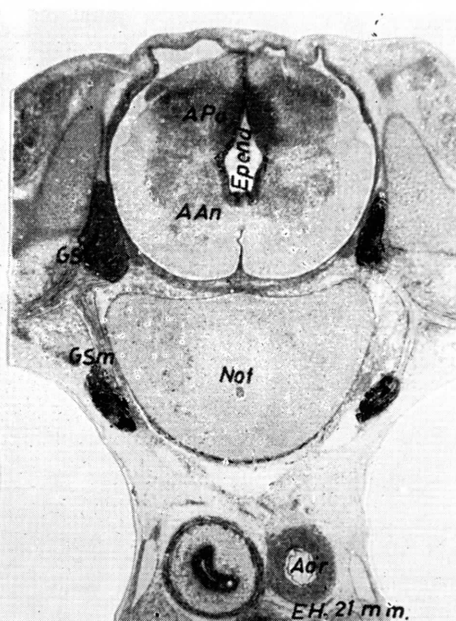


FIG. 70

FIGS. 69 y 70. — Demuestran, respectivamente, el desarrollo sucesivo del tubo nervioso en un embrión humano de 6 mm y en otro de 21 mm. Tómese la referencia de la cavidad del tubo o *cavidad ependimaria* (Epend). Véase la proliferación de sus paredes formando las *astas anteriores* (A An) y las *astas posteriores* (A Po), así como los *ganglios sensibles* (GS), que no deben de confundirse con los *ganglios ortosimpáticos* (G Sm), ya bien diferenciados, como ocurre en el embrión humano de 21 mm o en plan de esbozo (Sm), como en el embrión humano de 6 mm. Obsérvese como referencia accesoria la notocorda (Not) y el esqueleto vertebral en desarrollo que la circunda.

La columna que impulsa la musculatura del basípodo (B) (fig. 68) se dispone en dos segmentos: uno superior para el hombro y otro inferior para la nalga. Las restantes columnas se disponen también en dos segmentos, superior e inferior, así: la columna del estilópodo (E) se dispone en un segmento superior para el brazo y un segmento inferior para el muslo. La columna del zigópodo (Z) se dispone en una superior para el antebrazo y otra inferior para la pierna. La columna del autópodo (Au), en fin, es un pequeño nódulo que se dispone en una parte superior para la musculatura de la mano y otra inferior para la musculatura del pie.

Las cinco columnas o fragmentos de columnas indicadas, forman *dientes en el asta* anterior, pero el *centro del asta* (fig. 67) se encuentra aparentemente difuso. Sus neuronas componentes no son tan grandes como las de las columnas o dientes propietarias de un largo axón, sino que su axón es pequeño y difuso, entreteniendo la corriente que llega aquí, sirviendo como potencial almacenado que facilite los impulsos de las neuronas de los dientes del asta. Por eso, el tejido del centro del asta recibe el nombre funcional de facilitador del impulso propio de las neuronas grandes de los dientes. Este tejido facilitador, de aspecto reticular (Rt), está ricamente vascularizado, pudiendo ser asiento de infecciones generales que destruyen el centro del asta, como ocurre con la parálisis infantil. En esta enfermedad, pues, puede ocurrir que las neuronas de las astas estén íntegras, por lo cual deba de existir justa esperanza para intentar una recuperación funcional con éxito. Si se afectan las neuronas del diente, entonces la parálisis debe manifestarse con carácter permanente. Notemos que casi todos los dientes del asta están muy relacionados con la substancia central facilitadora. Solamente el diente que corresponde al autópodo está más alejado, por lo que no suelen afectarse estas musculaturas en la parálisis infantil tanto como las demás. Sin embargo, hay otras enfermedades que atacan preferentemente al autópodo por el mismo hecho de estar un tanto alejado de la nutrición central del asta. Tales enfermedades son las llamadas atrofias musculares progresivas, que afectan dicho autópodo y se empiezan a expresar por una parálisis de los músculos de la mano y del pie con carácter progresivo.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL. *Substrato nervioso central en desarrollo. Romboencéfalo. Cerebelo. Diencéfalo. Telencéfalo. Médula espinal* = Substrato metamérico. Centros motores somáticos de la médula espinal. Raíces motoras de la médula espinal.

CAPÍTULO 13

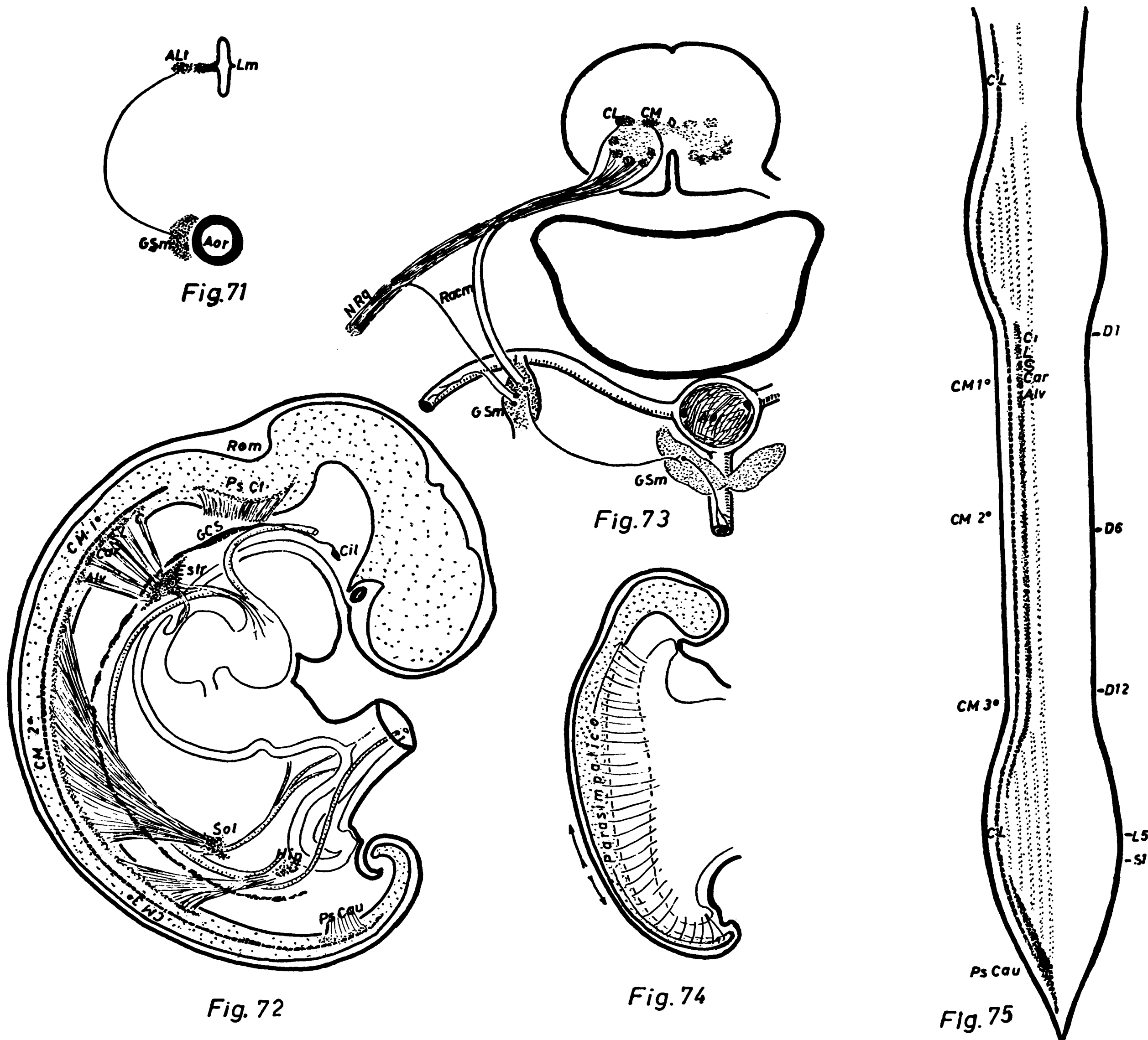
CENTROS MOTORES VEGETATIVOS DE LA MÉDULA ESPINAL

Los CENTROS VEGETATIVOS ESPINALES motores se encuentran situados en el llamado asta lateral (A Lt) (fig. 71), zona que se forma por el crecimiento de la cresta limitante (Lm) del tubo nervioso primitivo. Estos centros van a actuar muy precozmente sobre la musculatura vascular de la zona metamérica que les corresponde, por el intermedio de un ganglio nervioso llamado también ganglio ortosimpático (G Sm), el cual recibe el impulso del asta lateral de la médula y la distribuye por la musculatura vascular liberando adrenalina en sus terminaciones, lo que produce vasoconstricción (véase la embriología del sistema ortosimpático en el primer volumen).

Los *centros vegetativos motores* que indicamos se disponen en seguida en dos grandes grupos: el grupo que va a influir sobre la vasoconstricción parietal y consta de una columna lateral (CL) (fig. 73) en el asta, cuyo impulso va a llegar a un ganglio ortosimpático parietal (GSm) situado junto a un vaso metamérico, y de aquí va a distribuirse por dicho vaso, bien junto al ganglio o bien periféricamente a mucha distancia, para lo cual tiene entonces que caminar con el nervio raquídeo (NRq) hasta que encuentre al vaso donde debe de terminar. El salto desde el tubo medular hasta el ganglio y desde el ganglio hasta el nervio raquídeo se le conoce clásicamente con el nombre de *ramo comunicante* (Racm).

La COLUMNA VASOMOTORA LATERAL (CL) que hemos indicado en el asta lateral, se extiende sin interrupción desde la parte más alta de la médula a la parte más baja (figura 75) y desde aquí los ramos comunicantes se lanzarán metaméricamente a los *ganglios ortosimpáticos* dispuestos en la cadena paravertebralmente, ya conocida (representada en negro, fig. 72); desde aquí, finalmente, se realiza la distribución vascular metamérica.

Existe otro grupo que va a influir también sobre la vasoconstricción, pero en este caso se trata de la vasoconstricción visceral. Ello se hace merced a una COLUMNA MEDIAL (CM) junto al epéndimo (fig. 73), cuyos impulsos irán a un ganglio *ortosimpático* visceral (GSm) para distribuirse después por los capilares viscerales que corresponden. La columna medial dispuesta longitudinalmente notemos que se extiende a todo lo largo de la parte estrecha de la médula, siendo un trazo continuo (CM) (fig. 75) entre los dos abultamientos medulares. Los ganglios ortosimpáticos viscerales se disponen en tres grandes grupos en zonas de encrucijada vascular, así: el *ganglio estrellado* (Estr) (fig. 72), en el comienzo de cada arco aórtico embrionario. Los *ganglios solares* (Sol), alrededor de la salida de la arteria mesentérica. Por último, los *ganglios hipogástricos* (Hip) en el comienzo de las arte-



FIGS. 71, 72, 73, 74 y 75. — Representando esquemáticamente el desarrollo de los centros neurovegetativos de la médula espinal (figs. 71, 72, 73 y 74) y su disposición definitiva en el adulto (figs. 73 y 75). La columna media (CM) y la lateral (CL) ofrece a nivel dorsal una columna intermedia no representada aquí, pero sí indica en otras figuras (CI), cuyo papel es concretar la vasopresión en las arterias mesentéricas.

rias umbilicales. Todo ello ya fue estudiado detalladamente (segundo volumen)[1].

La columna medial de la médula (CM) envía conexiones a los tres grandes grupos viscerales y de aquí, siempre a lo largo de los vasos, llegarán a la vascularización vis-

[1] El desarrollo de los grupos ganglionares ortosimpáticos emigrados desde el tubo nervioso, es conocido de hace tiempo. Interesa aquí notar que estas emigraciones sólo pueden ser seguidas claramente si con antelación fueron marcadas con algún colorante vital, en su emergencia del tubo nervioso. De no ser así, se confunden al avanzar en el seno del mesénquima y prácticamente desaparecen hasta que se condensan al llegar a los vasos formando grupos ganglionares visibles (TELLO, 1924).

ceral más fina y más alejada; así: tenemos un primer segmento (CM1), donde está un centro ciliar (C) (figs. 72 y 75) y a continuación uno lagrimal (L), salivar (S), cardíaco (Car) y alveolopulmonar (Alv), que llevan impulsos hacia el *ganglio estrellado* (Est), de donde saltarán por vía vascular hasta terminar en los vasos de las zonas que indicamos. De esta suerte, las vías ciliares sabrán llegar a los capilares de la región ciliar y del iris para producir la retracción de estas zonas con la consiguiente pupilodilatación. Las vías lagrimales y salivares igualmente sabrán llegar a los vasos de estas glándulas para producir la vasoconstricción y en consecuencia la disminución secretora. Las vías cardíacas sabrán llegar a la musculatura ventricular para tonificarla disminuyendo el volumen cardíaco y aumentar en consecuencia su ritmo que lleva a la taquicardia. Las vías alveolopulmonares, en fin, al llegar a los capilares alveolares, a los que retraen contra la membrana perialveolar, aumentan en consecuencia la capacidad aérea del alveolo y, por lo tanto, la capacidad respiratoria.

Tenemos a continuación un segundo segmento dispuesto en largo trayecto, vasoconstrictor del riego digestivo y renal (CM2), cuyos impulsos llegan al *ganglio solar* (Sol) y se distribuyen por las vísceras indicadas, produciendo una vasoconstricción visceral, con la consiguiente hipertensión general y disminución funcional de la víscera digestiva.

Tenemos, por último, un segmento vasoconstrictor del riego de las vísceras pelvianas, cuyos impulsos llegan al *ganglio hipogástrico* (Hip) y de aquí actúan en las vísceras pelvianas disminuyendo su riego [2]. Es el tercer segmento vasoconstrictor (CM3).

Aparte del *sistema ortosimpático* indicado, tenemos más formaciones neurovegetativas, correspondiendo al *sistema parasimpático*, que va a actuar, dispuesto como su nombre indica, en posición «para» y, por lo tanto, dividido en el parasimpático cefálico (PSCf), que se escapa de la médula espinal, y el parasimpático caudal (Ps Cau), que queda en la parte más caudal de la médula (figura 72). El parasimpático fue lo que primero se constituyó en el tubo nervioso (fig. 74) y así pudo actuar sobre el esbozo digestivo embrionario (véase la embriología del parasimpático, primer volumen). Cuando el tubo nervioso creció (flechas, fig. 74), entonces se replegó hacia la parte caudal respectivamente, estableciéndose la división cefálica y caudal parasimpática que hemos indicado. La parte parasimpática caudal (Ps Cau) (figs. 72 y 75) nos interesa aquí como estimulante de la musculatura de las vísceras pelvianas y por lo tanto, de la defecación, de la micción y del peristaltismo vaginal, pero no del uterino, porque la musculatura del útero es de origen vascular, quedando por lo tanto fuera de la ación parasimpática. [3]

Los centros motores metaméricos de la médula espinal que acabamos de indicar, tanto los somáticos como los neurovegetativos, pueden quedar destruidos en circunstancias clínicas diversas y también en la experimentación animal. Una destrucción total segmentaria acarrea los trastornos consecuentes de la función según la altura en que esta destrucción se haya realizado. Siempre ocurrirá que la zona destruida queda totalmente sin función y, por lo tanto, la parálisis muscular consecuente es fláccida en todos los sentidos de muerte funcional. Los centros motores que quedan por debajo de la lesión, permanecen indemnes, pero independizados del influjo de centros

[2] Las *vías ortosimpáticas* indicadas fueron empezadas a demostrarse por HIRT (1922). Vemos ya en el manual de MÜLLER (1937) casi todas las vías ortosimpáticas habituales, deducidas en su mayoría por el clásico *método de* GROSS.

[3] Los plexos nerviosos en el espesor de las vísceras, llamados *plexos murales*, que reciben influencia parasimpática fundamentalmente y que en el adulto se sistematiza en los clásicos *plexos de Meissner* y *Auerbach* de la pared intestinal, tienen interés para nosotros bajo el punto de vista de su desarrollo, remitiendo a este respecto al capítulo correspondiente de embriología del primer volumen de esta obra, y más en concreto, los trabajos de TELLO (1926) sobre el particular.

de más categoría que se encuentran cefálicamente; por eso, dichos centros, aunque no muertos funcionalmente, quedan inservibles, con un tono propio, que después van perdiendo progresivamente.

Una lesión a nivel bajo del huso medular caudal acarreará trastornos de la micción y de la defecación, considerables e irreparables. Una lesión a nivel alto del huso medular caudal acarreará fundamentalmente parálisis fláccidas completas de las extremidades inferiores. Una lesión en el estrechamiento dorsal bajo de la médula, acarreará fundamentalmente hipotensión general por vasodilatación abdominal. Una lesión dorsal alta acarreará trastornos ciliares expresados en irregularidad de la pupila. Una lesión en pleno huso braquial acarreará parálisis floja completa de las extremidades superiores. Aparte de estas parálisis por lesión directa, no nos olvidemos nunca de los trastornos funcionales debajo de la lesión. Consideremos también, por último, que una lesión a nivel de los metámeros altos acarrea la parálisis del diafragma.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Centros motores vegetativos de la médula espinal. Columna motora ortosimpática medial de la médula espinal. Centro midriático. Centro lacrimosalivar. Centro cardiopulmonar ortosimpático. Centro abdominal ortosimpático. Centro pelviano ortosimpático. Columna ortosimpática intermedia o esplácnica vascular. Columna ortosimpática lateral o vasopresora parietal. Centro parasimpático caudal. Grupo ganglionar ortosimpático estrellado. Grupo ganglionar ortosimpático solar. Grupo ganglionar ortosimpático hipogástrico. Cadena ortosimpática metamérica.

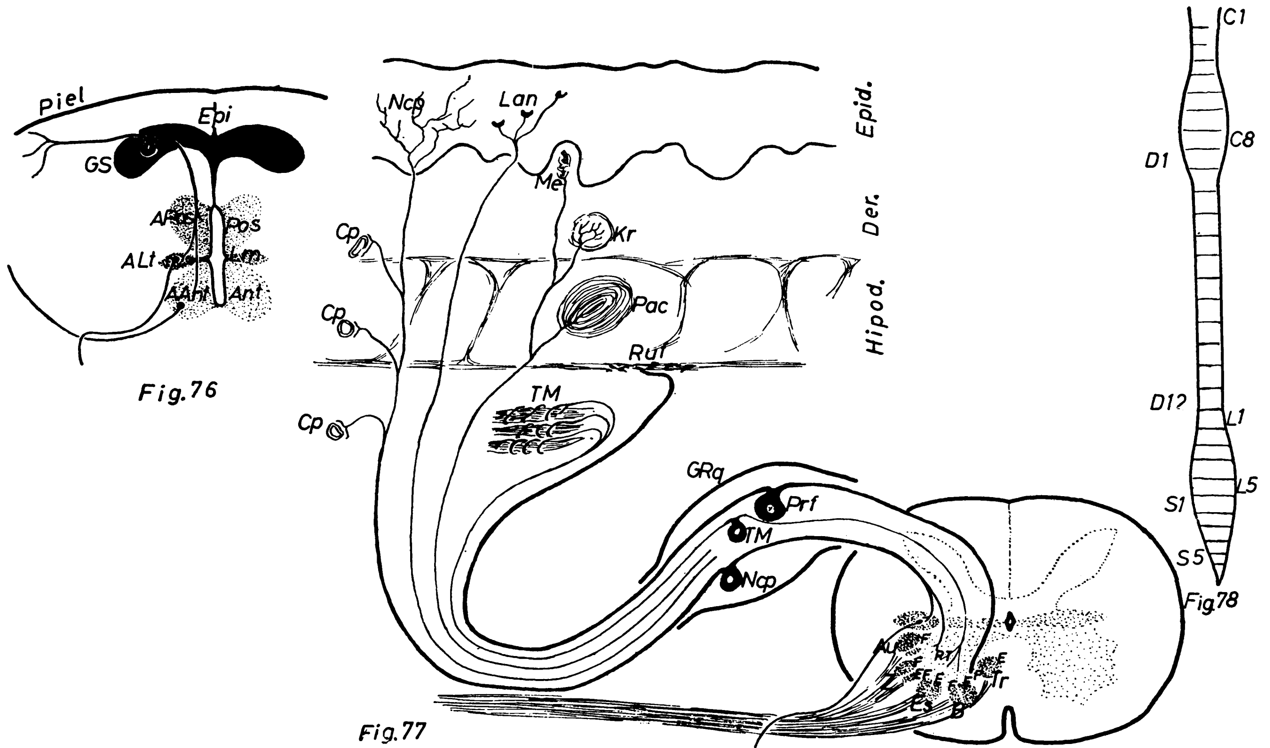
CAPÍTULO 14

SENSIBILIDAD DE LA MÉDULA ESPINAL. REFLEJOS METAMÉRICOS

Los centros sensibles de la médula espinal tienen un origen embrionario en el tubo nervioso primitivo, de manera parecida al de los centros motores.

El *tubo nervioso primitivo* (fig. 76), de cuya placa anterior (Ant) salieron las astas anteriores (A Ant) (motoras somáticas) y de la cresta limitante (Lm) salieron las astas laterales (A Lt) (motoras vasculares), ofrece ahora CENTROS SENSIBLES, de los cuales uno sale del tabique epineural (Epi) o cicatriz que la unía al ectodermo, constituyendo el llamado ganglio sensible (GC); otro centro sale de la placa posterior (Pos) del tubo nervioso, constituyendo lo que se llama astas posteriores (A Pos). De esta suerte, los ganglios sensibles y las astas posteriores son centros que van recogiendo la sensibilidad que viene de la periferia y, por lo tanto, de la piel. Los ganglios sensibles son centros primarios y establecen un camino de la corriente hacia las astas anteriores y laterales, determinando un reflejo metamérico. Las astas posteriores, en cambio, derivan la corriente sensible que las atraviesa, hacia arriba para llegar a centros encefálicos de más categoría, haciendo en consecuencia que la corriente nerviosa vaya perdiendo su carácter reflejo metamérico y, en cambio, adquiera matices más precisos de orden superior.

En el *adulto*, la sensibilidad se dispone en forma análoga, aunque la organización ha llegado a su completo desarrollo; así: en la piel (fig. 77) observemos y recordemos todas las terminaciones sensibles organizadas, desde las nociceptivas, distribuidas en redes difusas por la epidermis (Ncp) y por los capilares del dermis (Cp), del hipodermis, de las musculaturas y hasta de las mismas vísceras. Notemos que estas *terminaciones nociceptivas* pueden transportar la corriente desencadenada por estímulo nocivo hacia el ganglio sensible, también llamado raquídeo (GRq). Observemos las *terminaciones lanceolares* (Lan) del epidermis que recogen sensibilidad de contacto grosero. Las *terminaciones de Meissner* (Me), *Krause* (Kr) y *Pacini* (Pac), que discriminan distintos grados de presión. Notemos las *terminaciones espirales* que recogen el estado de tono muscular (TM). Notemos, en fin, las *terminaciones tendinosas y aponeuróticas de Ruffini* (Ruf), que recogen el estado de desplazamiento. Pues bien, todas estas sensibilidades llegan a la médula, pero sólo tres tipos de sensibilidad nos interesan como reflejos metaméricos. El primer tipo es la sensibilidad nociceptiva, tanto la recogida por la destrucción del epidermis como por el trastorno vascular; la corriente nerviosa producida llega al ganglio raquídeo (G Rq) en su neurona correspondiente (Ncp), y continúa después hasta las astas anteriores.



Figs. 76, 77 y 78. — Representando esquemáticamente el substrato en desarrollo de la sensibilidad cutánea para formar el arco reflejo metamérico.

Las *astas anteriores* a efectos de los reflejos metaméricos debemos de considerarlas con una cierta organización, a saber: el diente que impulsa la musculatura del tronco (Tr) tiene un gran componente retrosomático de enderezamiento o extensión (E) y un pequeño componente presomático o de flexión (F). El diente del basípodo (B) tiene un gran componente extensor o enderezador (E) y un componente flexor más reducido (F). El diente que impulsa la musculatura del estilópodo (Es) ofrece un componente extensor aproximadamente (E) de la misma cuantía que el componente flexor (F). El diente que impulsa la musculatura del zigópodo (Z) ofrece ya un componente flexor dominante (F). Por último, el diente que impulsa la musculatura del autópodo (Au) ofrece prácticamente sólo componente flexor (F).

Lo ocurrido con los dientes de las astas anteriores se repite con la *zona central intercalar del asta,* de naturaleza facilitadora, reticular (RT), pues la parte externa de esta zona tiende a facilitar todo proceso flexor, mientras que la parte interna de esta zona tiende a facilitar el proceso extensor. Lo observado en el substrato nervioso va paralelo al matiz motor de nuestra vida animal, esto es: cuanto más distales son las musculaturas de la extremidad (mano), mayor capacidad flexora. Cuanto más proximales, mayor capacidad extensora o enderezadora.

Ante esta organización de las astas anteriores notemos que la sensibilidad nociceptiva va a acabar en la parte externa, que es de dominio flexor; por eso, el reflejo creado aquí es de dominio flexor, como corresponde a la respuesta brusca de huida o de contractura lenta por el dolor sostenido. Viniendo la corriente nociceptiva de los vasos trastornados por dilación, estasis o ruptura, se comprende que dicha corriente termine en el asta lateral (ALt) donde existen centros vasomotores que establecerán la respuesta contrayendo el vaso correspondiente para que mejore la circulación trastor-

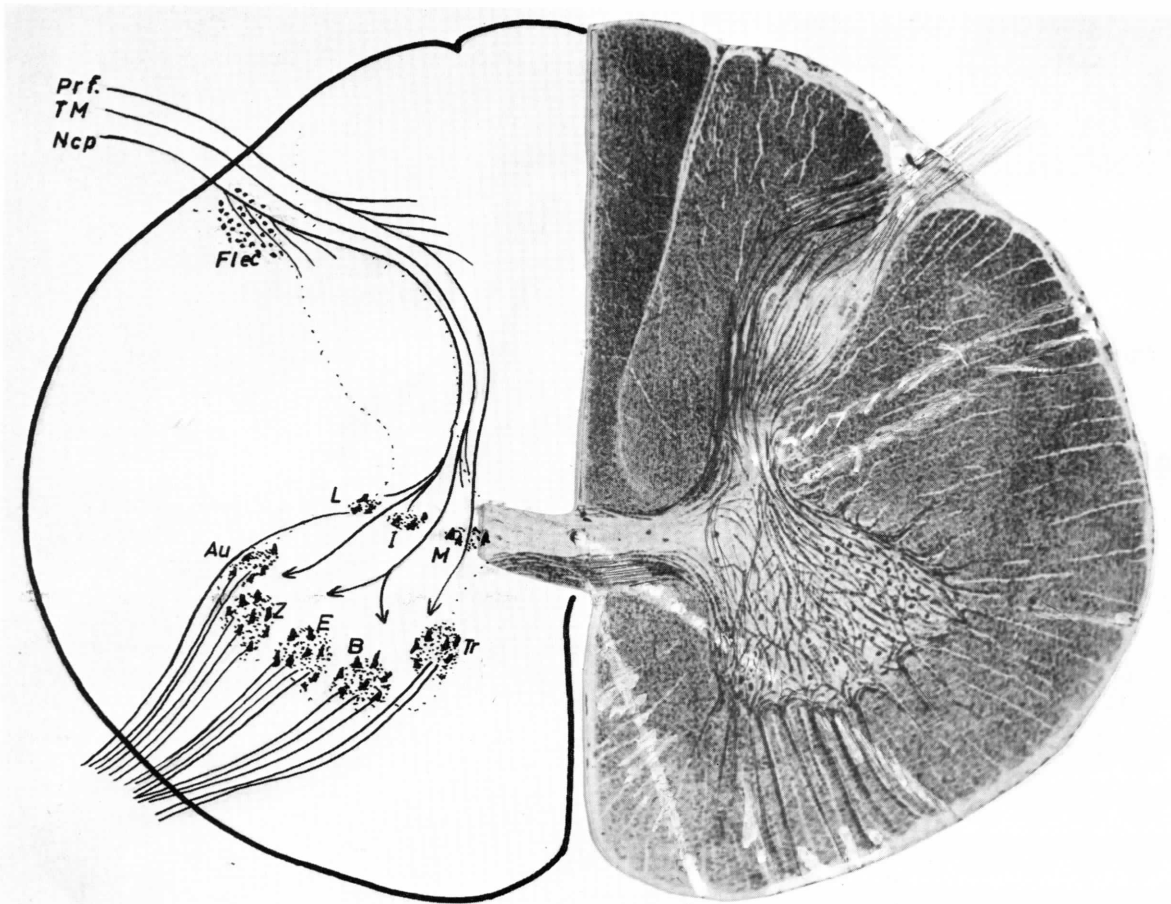


FIG. 79. — Pretende demostrar, en composición fotográfica, las vías sensibles que forman el arco reflejo metamérico.

nada o cohiba la hemorragia. Es natural que la respuesta de vasoconstricción y de contractura o huida de la zona se realice en conjunto ante el estímulo nociceptivo.

Un segundo tipo de sensibilidad que interesa como reflejo metamérico es el que se recoge profundamente en las aponeurosis (Ruf) ante un golpe brusco. Dicha corriente llega al ganglio raquídeo (GRq) a nivel de su neurona correspondiente (Prf) y penetra en la médula espinal hasta las astas anteriores, donde se realiza una respuesta refleja que, por el sitio de llegada en su parte más interna, tiene que ser de dominio extensor. Tal es el caso de los clásicos reflejos determinados por golpeteo del tendón rotuliano o de cualquier otro tendón o aponeurosis, respondiendo con una sacudida extensora.

El tercer tipo de sensibilidad que interesa como reflejo metamérico es el que recoge el tono muscular (TM) de las terminaciones espirales llevándolo a su neurona (TM) del ganglio raquídeo; de aquí penetra en las astas anteriores, distribuyéndose, lo mismo por su parte externa como por su parte interna, dando como consecuencia una respuesta muscular de aumento de tono. Esto es: un estímulo que hayamos provocado nosotros y que determina la deformación pasiva de un músculo, produce una corriente que al llegar al asta anterior establece una respuesta refleja consistente en la contracción activa de dicho músculo deformado.

Los tres tipos de reflejos indicados: el nociceptivo provocando huida, contractura y vasoconstricción, el aponeurótico-tendinoso provocando una sacudida extensora y, en fin, el de tono muscular convirtiendo una

contracción pasiva en activa, se maneja continuamente en clínica. La existencia de estos reflejos indica que no está interrumpido el camino anatómico en ningún trayecto del metámero que corresponde. Es de comprender que los reflejos son muy manifiestos en el niño, pero en el adulto estos reflejos se van perdiendo porque la corriente sensible deriva mejor en sentido ascendente, hacia centros de mayor categoría que en sentido metamérico. Por eso, en el adulto, el reflejo normal no se debe desencadenar más que con un estímulo bastante manifiesto; y en este caso, su existencia indica simplemente la integridad metamérica del reflejo en todo su camino sensitivo-motor y en el eslabón metamérico que le corresponde de la médula espinal (figs. 77 y 79). La pérdida del reflejo indica que está interrumpido el trayecto del arco en algún punto. La exaltación, en cambio, indica que toda la corriente sensitiva producida se precipita por el arco reflejo metamérico, pues la derivación ascendente está trastornada por alguna lesión superior [1].

Interesa en clínica el conocer los puntos donde los reflejos metaméricos se recambian, que no son otros que los de los clásicos niveles metámeros medulares (fig. 78). Su estudio detenido debe hacerse en otro momento. Aquí bástenos saber que los reflejos de la extremidad superior tienen su eslabón medular entre el nivel C_5 y D_1. Los reflejos de la extremidad inferior ofrecen su eslabón de recambio entre el nivel L_2 y S_3: en concreto: al reflejo rotuliano de sacudida le corresponde el nivel L_3 (véase en primer volumen los metámeros de la extremidad inferior y superior).

[1] Los diversos tipos de *reflejos metaméricos* indicados son resumidos por DENNY-BROWN (1929) como reflejos de flexión y reflejos de extensión, en respectiva relación con los centros flexores y extensores componentes del asta anterior. Añade el autor que todas las musculaturas somáticas de nuestro organismo tienen un componente dominante flexor o extensor, correspondiendo el dominio extensor a los músculos mediales, y por lo tanto, a los del tronco, mientras que el dominio flexor corresponde más bien a los músculos distales de las extremidades. Los músculos de dominio flexor son más estriados y más vacularizables, pudiendo realizar contracciones con un carácter más inmediato y fugaz. Los músculos de dominio extensor, por el contrario, son menos estriados y vascularizables, realizando sus contracciones con un carácter más permanente y sostenido. Ya a pequeños aumentos, los primeros resaltan en coloración más roja que los segundos.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Sensibilidad de la médula espinal. Substrato de reflejos metaméricos. Substrato de reflejos nociceptivos. Substrato de reflejos del tono muscular. Substrato reflejo tendinoso.

CAPÍTULO 15

VÍAS ASCENDENTES DE SENSIBILIDAD

La sensibilidad que penetra en la médula espinal va adoptando caminos ascendentes para informar a los centros superiores y, en último término, para integrar el proceso del conocimiento. Al mismo tiempo los caminos reflejos metaméricos de sensibilidad (ya estudiados en el capítulo anterior) van perdiendo efectividad a lo largo del desarrollo. Los caminos ascendentes que más tardíamente son adoptados con preferencia, se deben a una derivación que sufre la corriente sensible al llegar a las astas posteriores.

Las astas posteriores que han derivado de la placa posterior del tubo nervioso durante el desarrollo embrionario, van organizándose en distintos grupos nucleares: el que más temprano se forma es el que en el adulto queda más distante en el asta posterior. El más reciente, en cambio, es el que permanece próximo aún a su zona matriz. Estudiémoslos en orden cronológico a su formación:

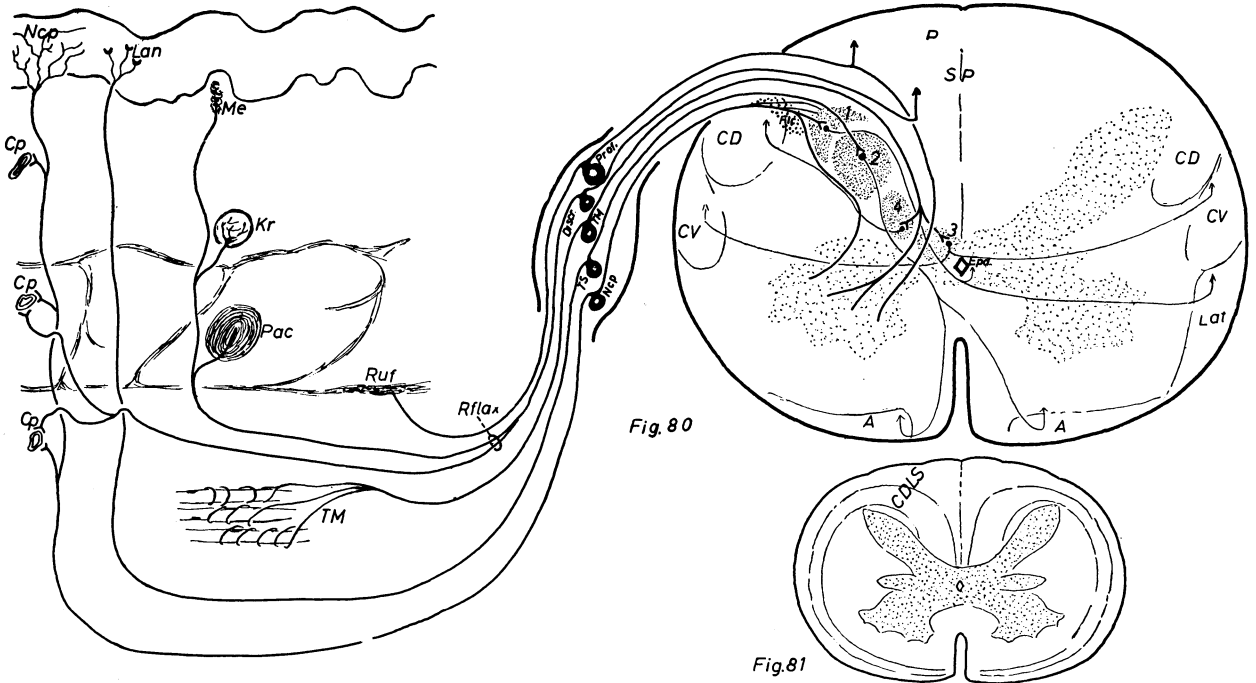
Está en primer término el llamado *núcleo del casquete* (1) (fig. (80) del pico de las astas posteriores, el cual recibe sensibilidad nociceptiva tanto de la epidermis (Ncp) como de los capilares (Cp). Esta corriente, aparte del reflejo metamérico nociceptivo ya estudiado, vemos ahora que, previo un profuso desflecamiento (Flc), deriva al núcleo indicado (1), conocido también como casquete gelatinoso, desde donde la corriente sinaptizada ha de tomar un camino ascendente. A este propósito, cuando el núcleo del casquete formó el camino, para la corriente ascendente, se encontraba todavía casi en la misma línea media junto a la matriz que le constituyó. Por eso, la corriente que lanza pasa prácticamente toda, al otro lado de la línea media, al ascender. Este traspaso de corriente tiene una relación muy grande con la inercia propia de todo impulso mecánico. Así, cuando en el adulto la organización definitiva se constituye, notemos cómo el núcleo en casquete (1) envía fibras que pasan inmediatamente por delante del epéndimo (Epd) y se colocan al ascender muy lentamente por haber sido empujadas hacia esta posición por otras organizaciones, posteriormente formadas. El *haz lateral* constituido (Lat) lleva, pues, hacia arriba corriente de sensibilidad nociceptiva.

Un núcleo del asta posterior formando en segundo término al casquete, es el llamado *núcleo de cabeza* (2) de las astas posteriores, el cual recoge la corriente de tacto superficial (TS) grosero. Desde aquí las fibras son lanzadas hacia el lado opuesto por razones parecidas al caso anterior. En el caso que aludimos, sin embargo, el lanzamiento hacia el lado opuesto es menos efectivo al haberse hecho algo retardado; por lo tanto, queda *un haz anterior* (A) (fig. 80) *heterólogo y otro homólogo*. Así se constituye el llamado haz anterior que acarrea corriente

ascendente de sensibilidad superficial grosera (Sup) (fig. 82).

Núcleos del asta posterior formados en último término son el llamado *núcleo comisural* (3) y, más tarde aún, el *núcleo dorsal* o columna de la base de las astas posteriores (4); núcleos capaces de recoger derivación de la sensibilidad de tono muscular (TM) que traspasó el ganglio raquídeo. Notemos que el núcleo comisural (3) está formado por células del mismo lado y algunas otras del lado opuesto que pasaron empujando la cicatriz del septum posterior (Sp); el núcleo dorsal de la base de las asas posteriores (4), en cambio, se ha proyectado sólo en el mismo lado por no quedar más huecos de expansión. Ambos núcleos recogen distinta sensibilidad del tono muscular. Mientras el núcleo comisural recoge la sensibilidad fundamental del enderezamiento (musculaturas muy mediales), el núcleo de la base del asta recoge sólo sensibilidad fundamental de la postura (musculaturas laterales, sobre todo las distales de las extremidades). La sensibilidad del enderezamiento y de la postura debe de llegar al cerebelo, pues es informe necesario para que se elaboren las funciones de equilibrio y postura que le corresponden. Así, notemos cómo del núcleo comisural (3) se lanzan fibras para constituir el llamado *haz cerebeloso ventral* (CV). Veamos igualmente cómo del núcleo de la base del asta posterior (4) parten fibras para constituir el *haz cerebeloso dorsal* (CD).

El asta posterior ya no diferencia más núcleos para derivación ascendente de corriente sensible; sin embargo, queda aún corriente sensible que penetra en la médula con necesidad de tomar un camino ascendente. Esta corriente sensible es la que discrimina la presión y los desplazamientos con un matiz apropiado para que llegue sin entretenerse al campo del conocimiento. Por eso, aunque alguna de estas corrientes forme reflejos tendinosos metaméricos (estudiados ya), la mayor parte asciende sin recambio para constituir el llamado *haz del cordón posterior* (P); haz situado en el mismo lado por donde entró, pues cuando esto



FIGS. 80 y 81. — Representación esquemática de las vías sensibles ascendentes, tomando como referencia principal su paso por el ganglio raquídeo, sus centros de recambio en el asta posterior y la cintilla o lemnisco por donde asciende.

ocurre, el septum de la cicatriz (Sp) es bastante antiguo y no permite ya invasiones al lado opuesto. La corriente discriminativa de la presión lo es también de la temperatura; de aquí que en los corpúsculos táctiles se establezca un proceso receptor que relaciona el volumen, la presión y la temperatura, que recuerda las leyes físicas. La excitación térmica o de presión en la piel, acarrea además un acto reflejo simplísimo que no tiene siquiera necesidad de llegar al ganglio raquídeo, pues establece en el mismo axón una respuesta que llega hasta los vasos para producir la dilatación. Es el reflejo axónico (Rflax), que en clínica se le tiene en cuenta, tanto en el llamado dermografismo exploratorio (raya roja al roce con presión) como en la vasodilatación por las quemaduras.

La sensibilidad ha adoptado pues, a nivel de la médula, distintos caminos ascendentes: está el haz lateral (Lat) nociceptivo que viene del casquete del lado opuesto. Está el haz anterior (A), de sensibilidad táctil. Los haces cerebelosos de sensibilidad muscular, como el ventral (CV), que corresponde a la sensibilidad de los músculos enderezadores procedentes del núcleo comisural (3) y como el dorsal (CD), que acarrea la sensibilidad de los músculos posturales procedentes del núcleo de la base de las astas posteriores (3). Está, en fin, el haz o cordón posterior (P), que trae sensibilidad discriminativa de presión y de temperatura, así como de desplazamiento. Todas estas sensibilidades forman una faja o lemnisco ascendente situada posterolateralmente en la médula (fig. 81), de tal manera que los estratos más superficiales corresponden a la sensibilidad

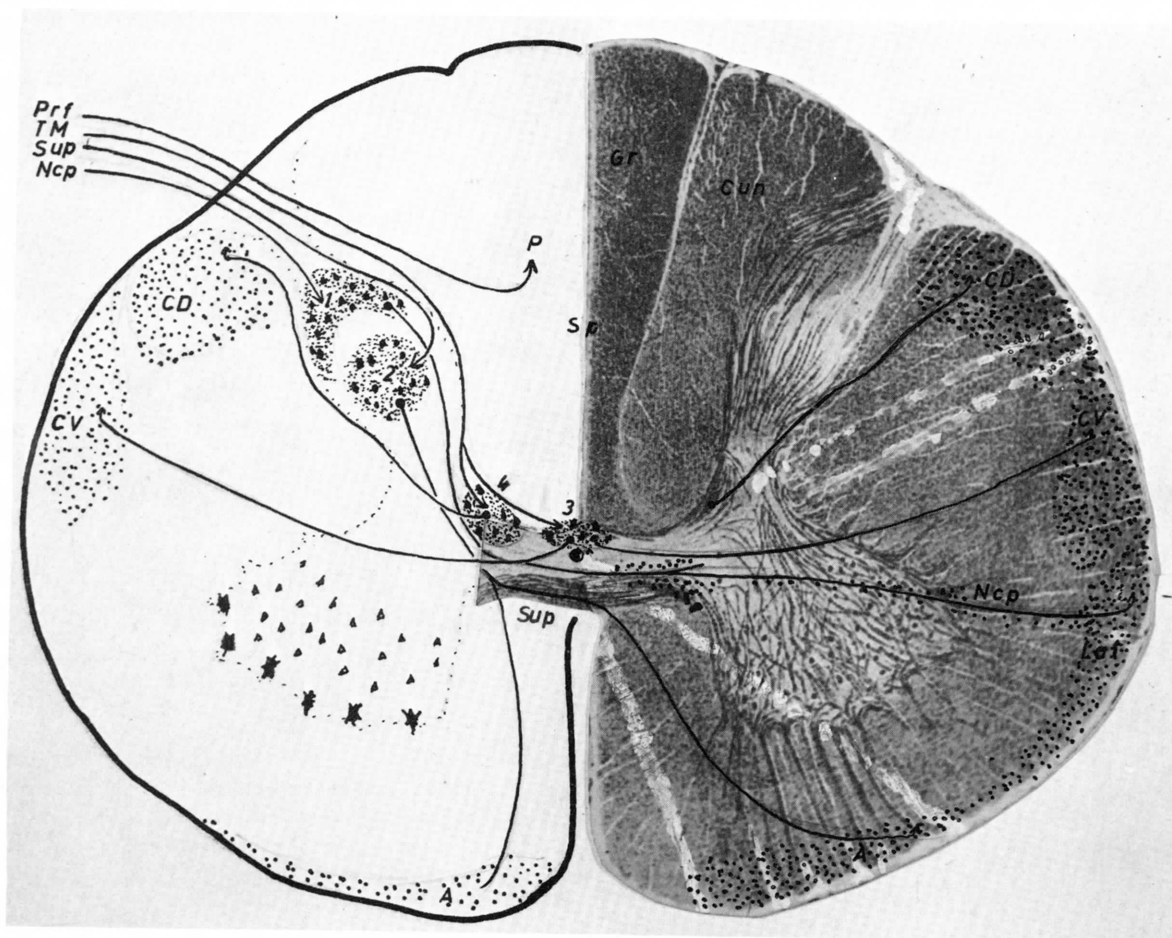


FIG. 82. — Composición semiesquemática demostrando las vías sensibles ascendentes.

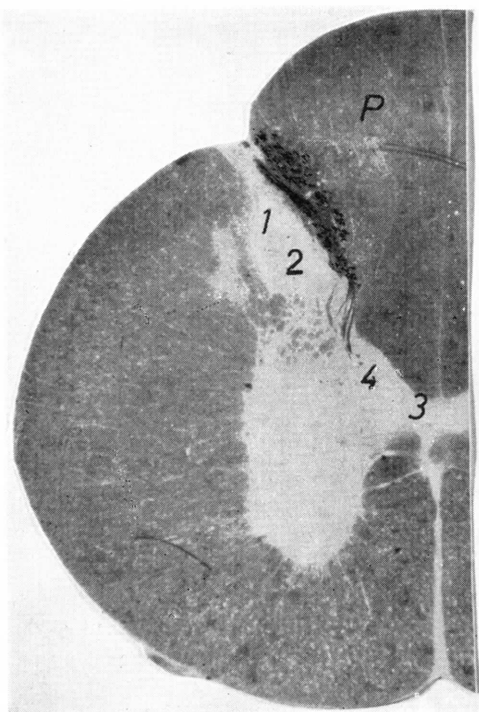


FIG. 83. — Contraste (en negro) de las vías ascendentes del cordón posterior (P) por degeneración walleriana provocada al resecar el ganglio raquídeo «2 C».

de los metámeros más inferiores (S), mientras que los estratos más profundos corresponden a la sensibilidad de los metámeros más elevados (C)[1].

Debe de puntualizarse que el haz lateral (Lat) tiene fibras aberrantes que ascienden junto al epéndimo desviando el camino, pero no su terminación. Ello hace que habitualmente fracase la intervención quirúrgica que pretende suprimir el dolor seccionando el haz lateral. Debe de puntualizarse, también, que el epéndimo, por delante, enferma a veces, produciendo cavidades (siringomielia) que interrumpen aquí las vías nociceptivas, lo que causa una anestesia al dolor en determinadas zonas. En algunas circunstancias también enferma el tabique empujado por el núcleo comisural, produciéndose una degeneración del núcleo y, por lo tanto, del haz cerebeloso ventral que llevaba normales informes del tono produce la enfermedad llamada ataxia hereditaria. Debe de anotarse también que las neuronas del ganglio raquídeo de la sensibilidad discriminativa (Discr) y de desplazamiento (Prof) tienen que ser muy grandes para encargarse del largo axón, que lanzan por el cordón posterior sin recambio alguno. Ese grosor de neurona las hace sensibles al veneno sifilítico del último período de esta enfermedad. La llamada tabes consiste en una pérdida de la sensibilidad profunda por este motivo.

Por último, anotemos que las lesiones de media médula espinal (cosa frecuente en clínica) lleva consigo interrupciones disociadas de sensibilidad, como es la interrupción de la sensibilidad profunda en el lado del cuerpo correspondiente a la lesión medular y anestesia al dolor en el lado opuesto.

[1] El conocimiento preciso de las vías sensibles ha sido aportado con los métodos de la *degeneración walleriana*, que CAJAL (1913) fundamentó en relación con los fenómenos de regeneración y degeneración consecuentes, a lo largo de las vías nerviosas lesionadas. Una vía proyectada a lo largo de un axón, lesionado en un punto concreto, es siempre contrastada fácilmente. Fue RANSON (1932) el que empezó a implantar lesiones experimentales en los ganglios raquídeos como primera estación de las vías sensibles. Este proceder permite la clara demostración de muchas vía ascendentes de sensibilidad a lo largo de la médula espinal. El frecuente estudio de estos problemas en España determina indicar alguna referencia (ESCOLAR, 1948; SOLER, 1958; GUIRAO, 1953; etc.).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

VÍAS ASCENDENTES DE SENSIBILIDAD de la médula espinal. *Casquete gelatinoso* de las astas posteriores = Casquete de Rolando. *Núcleo en cabeza de las astas posteriores. Columna comisural* = Núcleo de Cajal. *Columna dorsal* de la base de astas posteriores = Columna de Clarke. *Haz lateral* = Haz nociceptivo = Haz espinotalámico lateral. *Haz anterior* = Haz de sensibilidad grosera = Haz espinotalámico anterior. *Haces cerebelosos dorsal y ventral. Haces del cordón posterior* = Haces de la sensibilidad discriminativa = Haces de Goll y de Burdach = Haz grácil y cuneiforme.

CAPÍTULO 16

VÍAS MOTORAS DE LA MÉDULA ESPINAL

Las vías motoras son descendentes a partir de los centros superiores, tanto si son centros voluntarios como instintivos, de aprestamiento atencional, estático-posturales, respiratorios facilitadores, ya mencionados; en fin, los de impulsos vegetativos. Todos ellos lanzan la corriente a lo largo de la médula espinal hasta el metámero que corresponda del asta anterior donde deban de terminar. Dichas vías motoras descendentes tienen una cierta relación con las vías sensitivas de carácter ascendente, hasta tal punto que algunos de los haces motores pueden considerarse en cierta actitud de respuesta a los sensitivos. Ello hace suponer cierta integración de vías reflejas entre lo sensitivo y lo motor aunque se trate de centros superiores; únicamente el campo del conocimiento debe de ser excluido de este criterio reflejo, por ahora.

En la médula espinal, la organización de las astas anteriores, tanto en lo que se refiere a sus dientes como en lo que se refiere al centro intercalar facilitador del centro del asta, ha de ser considerada en una zona de dominio flexor, correspondiente a partes externas, y en una zona de dominio extensor o enderezador, correspondiente a partes internas (fig. 77). Todo ello es origen de un impulso que ha de marchar por los nervios motores hacia los músculos y que según salen de la médula espinal reciben el nombre de raíces motoras (R Mot) (fig. 67). Para poder abordar fácilmente impulsos a las astas anteriores, los haces motores descendentes tienden a disponerse en dos grupos: un grupo medial y un grupo lateral. Con esta referencia analicemos los distintos haces, empezando por los haces del conocimiento o haces piramidales y siguiendo después por los haces instintivos, los haces del aprestamiento atencional, los estático-posturales, los respiratorios facilitadores y por último los vegetativos.

HACES PIRAMIDALES

Parten (Pir) (fig. 85) del telencéfalo o substrato del conocimiento. Existe un *haz medial* (PM) (fig. 84) y un *haz lateral* (PL), cuyas posiciones descendentes en la médula son las más apropiadas para abordar el asta anterior. Notemos que el haz medial aborda los centros motores del asta anterior de la médula, más fácilmente en sus partes extensoras o enderezadoras. El haz lateral, en cambio, tiene mayor facilidad para abordar las partes flexoras. Los actos flexores y los extensores pueden llegar a ser, pues, voluntarios, pero los flexores tienen un mayor matiz inteligente, como lo demuestra el que toda manipulación ofrece un componente flexor dominante. Por eso el haz o vía piramidal lateral (PL) es más voluminoso y sus impulsos corresponden a zonas musculares más inteligentemente especializadas; el haz piramidal medial, en cambio, transmite im-

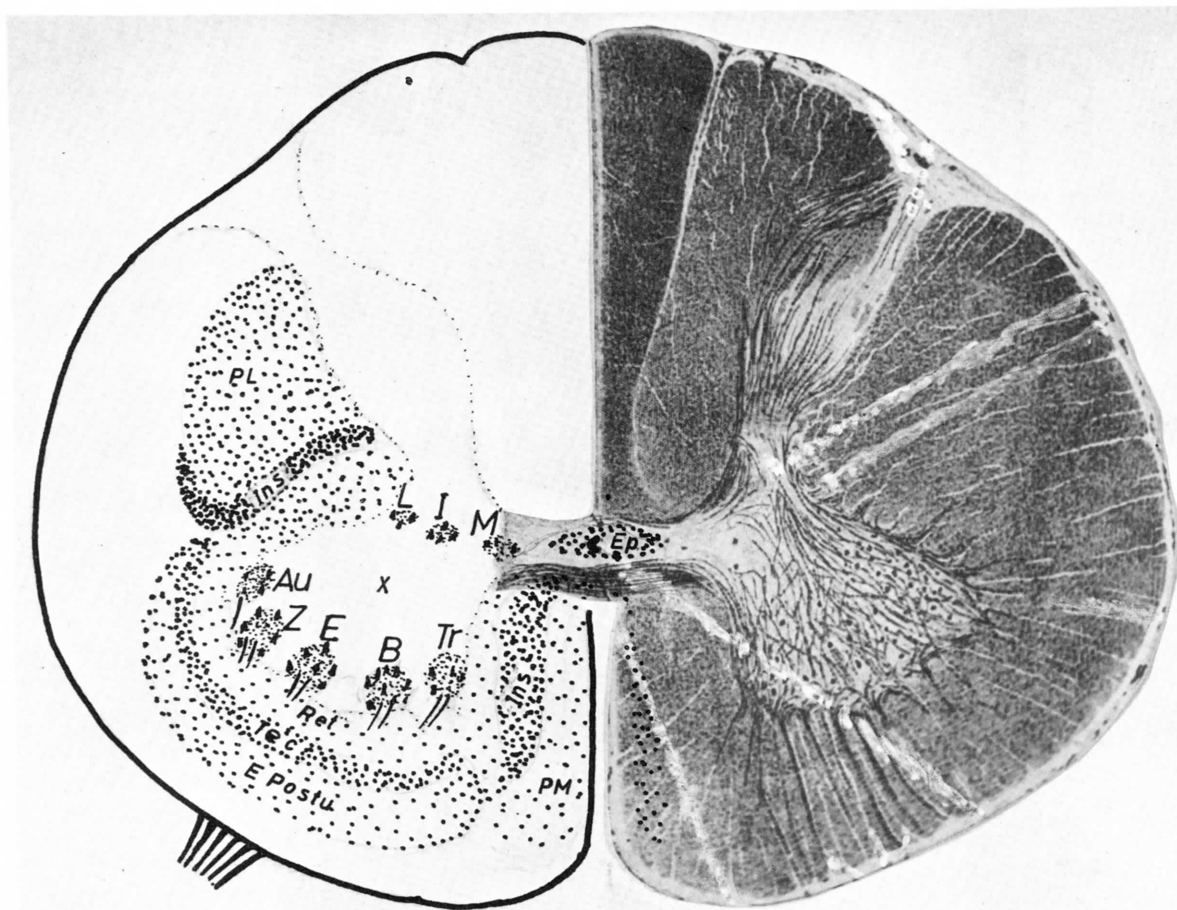


FIG. 84. — Representación esquemática de las vías motoras descendentes en un corte de médula espinal.

pulsos en menor cuantía y de menor especialización.

HACES INSTINTIVOS

Parten de centros derivados embriológicamente del diencéfalo (Ins) (fig. 85), disponiéndose también (Ins) (fig. 84) en un *haz lateral* y otro *medial* para abordar el asta por su parte lateral y medial respectivamente, ya que en cada uno domina el matiz flexor o el matiz extensor indicado. Estos actos flexores y extensores corresponden a actitudes para colaborar instintivamente en las funciones nutritivas y reproductoras. En cuanto a la nutrición, nos interesa considerar la actitud de defecación; en cuanto a la reproducción es la actitud de coito, no debiendo de confundir la actitud con el acto en sí. La neurología comparada demuestra que estos haces son proporcionalmente más reducidos en la especie humana que en los animales.

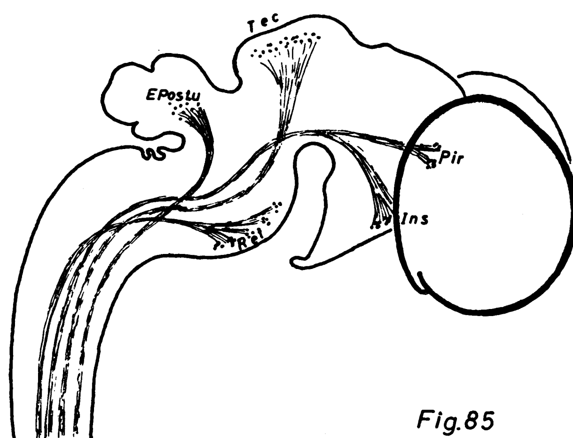
HACES DEL APRESTAMIENTO ATENCIONAL

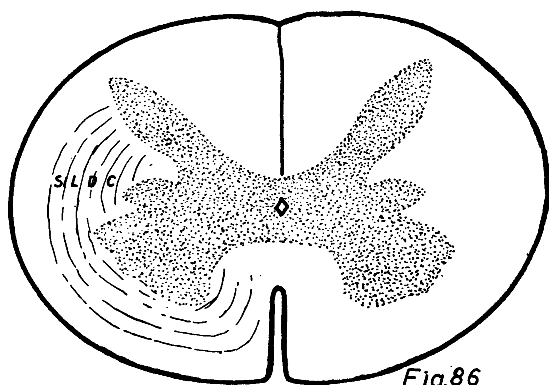
Parten del mesencéfalo, precisamente en su zona más alta organizada, que también reciben el nombre de techo o tecto (Tec) (fig. 85); por eso, el haz descendente también se llama *tecto-espinal* (Tec) (fig. 84). Notemos en la médula que este haz está dispuesto de tal forma que pueda abordar el asta anterior en toda su amplitud, lo cual se consigue haciendo que se disponga en sábana que abrace exteriormente dicha asta, con lo cual los impulsos tectoespinales podrán llevar el impulso de aprestamiento

atencional, tanto a la musculatura de tipo flexor como de tipo extensor.

HACES ESTÁTICO-POSTURALES

Éstos parten del cerebelo (E Postu) (figura 85) y de la parte del romboencéfalo donde este cerebelo nace. La misión estática postural para el equilibrio se traduce en corriente que camina por muy diversos haces, pero todos ellos tienden a reunirse en una cinta que desciende (fig. 85) y que en la médula tiende a disponerse también en sábana (E Postu) (fig. 84) que envuelve el asta, todavía más exteriormente que el haz tectoespinal ya indicado, con el que se infiltra.





FIGS. 85 y 86. — Representación esquemática de las vías motoras descendentes, lanzadas desde su origen, en la figura 84. En la figura 85 se aprecia la estratificación de fuera a dentro, correspondiente a las regiones: (S) sacra, (L) lumbar, (D) dorsal y (C) cervical.

En estas condiciones los impulsos estático-posturales abordarán el asta anterior tanto en sus componentes flexores como extensores, si bien lo postural, que es de matiz flexor, dominará en la parte externa, mientras que lo estático, que tiene un dominio de enderezamiento por lo extensor, será preponderante en la parte interna.

HACES RESPIRATORIOS FACILITADORES

Parten del romboencéfalo anterior de dominio reticular (Ret) (fig. 85) donde se integran y se lanzan por un haz descendente (Ret) (fig. 84) que abraza las astas anteriores de la médula ceñido a ellas y, por lo tanto, por dentro del haz tectoespinal, si bien se infiltra con este haz. El impulso que desciende por dicho haz, no solamente es respiratorio directo a los músculos que intervienen en dicho acto, sino que también es un impulso respiratorio indirecto por facilitar una actitud respiratoria en todos los restantes músculos del cuerpo. Esto se consigue merced a la enorme vascularización de los centros respiratorios reticulares del romboencéfalo, cuya sangre circulante informa sobre su nivel carbónico existente, con lo cual este nivel hará que el centro respiratorio eleva más o menos su potencial y, por lo tanto, sea mayor o menor el impulso respiratorio o facilitador que corresponde a lo largo del haz. La intensa vascularización indicada hace que los centros del haz respiratorio tengan un aspecto reticular. De aquí el nombre de *centros y haces reticulares*, con que también se les conoce.

HACES MOTORES VEGETATIVOS

Son vías descendentes periependimarias que terminan en los centros orto y parasimpáticos del neuroeje. Sus orígenes y naturaleza del impulso vegetativo son muy diversos, debiendo de referirse en el momento oportuno.

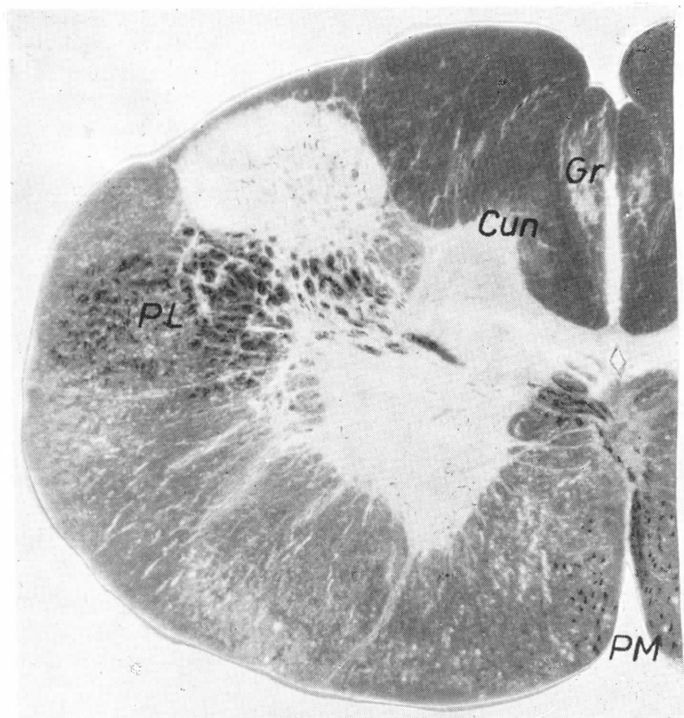


FIG. 87

sacros (S) (fig. 86). Advirtamos con esto lo conectadas que quedan las astas anteriores con los centros motores de categoría superior, y que esta conexión se rompe cuando la médula es destruida en cualquier nivel, obligando a que las astas que están por debajo del nivel de la lesión, queden independientes de los centros encefálicos y por lo tanto expresando un tono prácticamente inservible, que no es otra cosa que la pará-

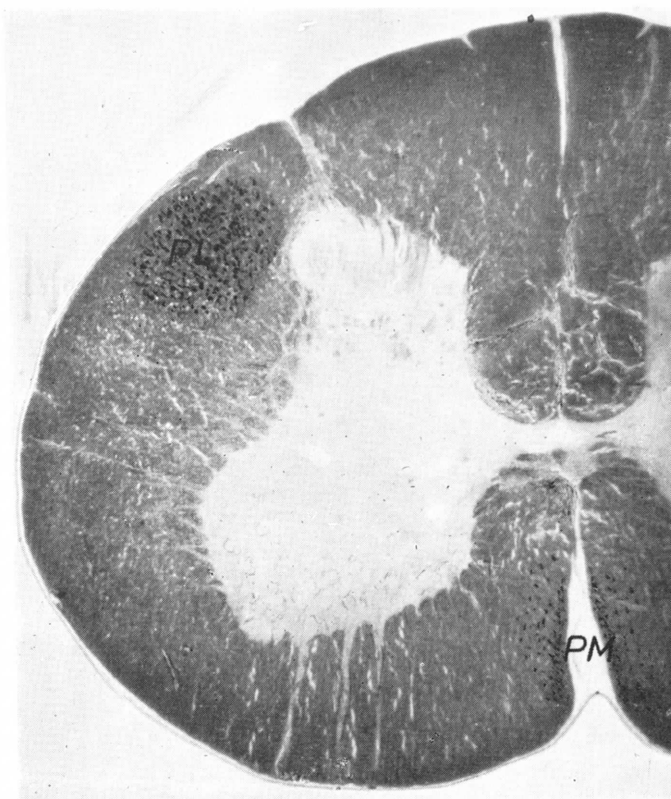


FIG. 88

FIGS. 87, 88, 89 y 90. — Contraste (en negro) de las vías descendentes por degeneración walleriana provocada al lesionar el origen de las vías piramidales y de las instintivas. En la figura 88 se ven las vías piramidales, lateral (PL) y medial (PM) contrastadas. En la figura 87 la misma disposición cerca del rombo encefálico. En la figura 90 se ven las vías piramidales, lateral (PL) y medial (PM), así como trazos de vías instintivas (Ins). En la figura 89, la misma disposición cerca del romboencéfalo.

Todos los haces motores indicados forman reunidos un bloque (fig. 86) llamado anterolateral [1], para diferenciarlo del bloque de haces sensitivos (capítulo precedente), llamado posterolateral. Es de notar que el *haz anterolateral* se estratifica de fuera a dentro, de una manera parecida al haz sensitivo posterolateral, de tal manera que la estratificación más profunda que contacta con el asta es la que la aborda primero y, por lo tanto, corresponde a los metámeros más elevados o cervicales (C); las fibras de los estratos más exteriores corresponderán, en cambio, a los metámeros más bajos o

---

1 La localización de los haces motores descendentes se ha contrastado por degeneración walleriana en numerosos trabajos de nuestro país; se aconseja indicar algunas citas concretas. Sobre haces piramidales: ESCOLAR (1948), FULGOSI (1956). Sobre vías instintivas: ESCOLAR (1965), VELASCO (1965). Sobre vías de aprestamiento desde los tubérculo cuadrigéminos: MARTÍNEZ OÑA (1951), GARRIDO YÁÑEZ (1952), etc.

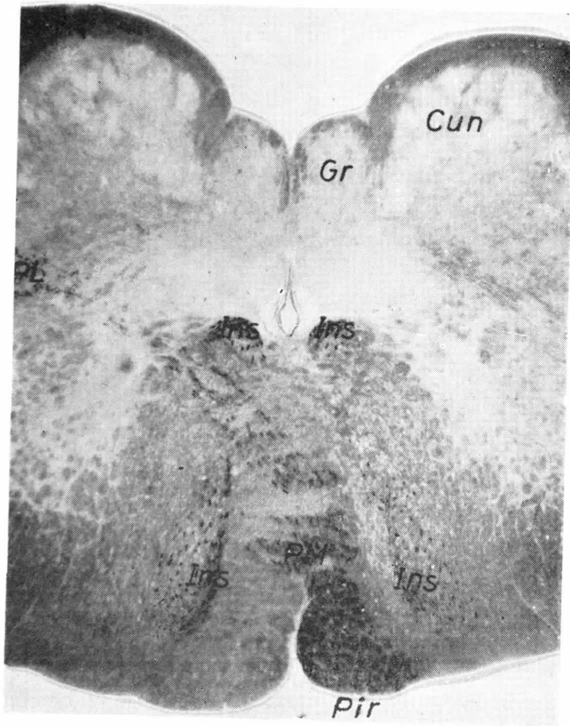


FIG. 89

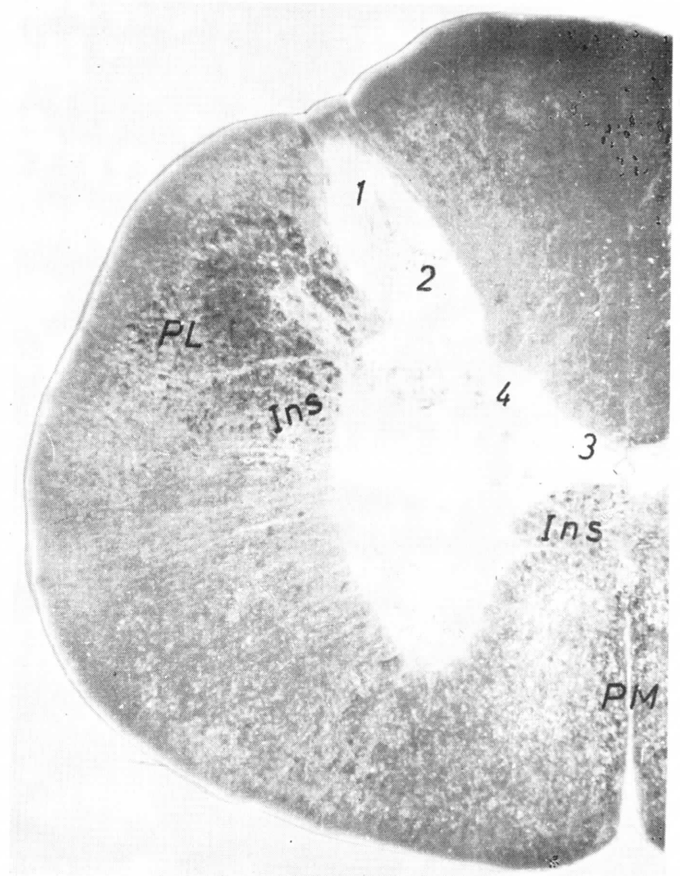


FIG. 90

lisis espástica, que al principio se advierte clínicamente[2].

Toda la organización de la médula consiste, pues, en vías para corriente sensible y para corriente motora; vías dispuestas en haces o substancia blanca y en centros de recambio o sinapsis, integrando la llamada substancia gris. En la médula, pues, la substancia gris se encuentra en todas sus astas; la substancia blanca corresponde a todos los haces que rodean la gris y que integran los cordones medulares.

[2] El contraste de los distintos haces motores descendentes a lo largo de la médula espinal situados en los estratos metaméricos concéntricos que los corresponden, hace ver que los metámeros cervicales ofrecen un dominio reticular y tectal como corresponde a un influjo respiratorio y de aprestamiento. Los metámeros dorsales, lumbares y sacros, ofrecen un dominio estaticopostural. Los haces piramidales y los instintivos están uniformemente distribuidos por todos los estratos metaméricos sin preferencia.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

VÍAS MOTORAS DE LA MÉDULA ESPINAL. *Vías piramidales.* Vía piramidal media. Vía piramidal lateral. *Vías instintivas* o de Hess en la médula espinal. *Vías estaticoposturales. Vías tectoespinales* o de aprestamiento. *Vías Reticulares* o de facilitación respiratoria. *Vías periependimarias* o neurovegetativas.

CAPÍTULO 17

LA MÉDULA ESPINAL EN CONJUNTO. CONFIGURACIÓN. MENINGES. VASCULARIZACIÓN

La organización estudiada de la médula espinal adulta está integrada en un cordón prácticamente macizo, protegido dentro del conducto raquídeo, y con una nutrición apropiada. Puede distinguirse un *surco anterior* (A) (figura 91) muy profundo, enterrado entre dos grandes labios prominentes a causa del empuje exuberante de las astas

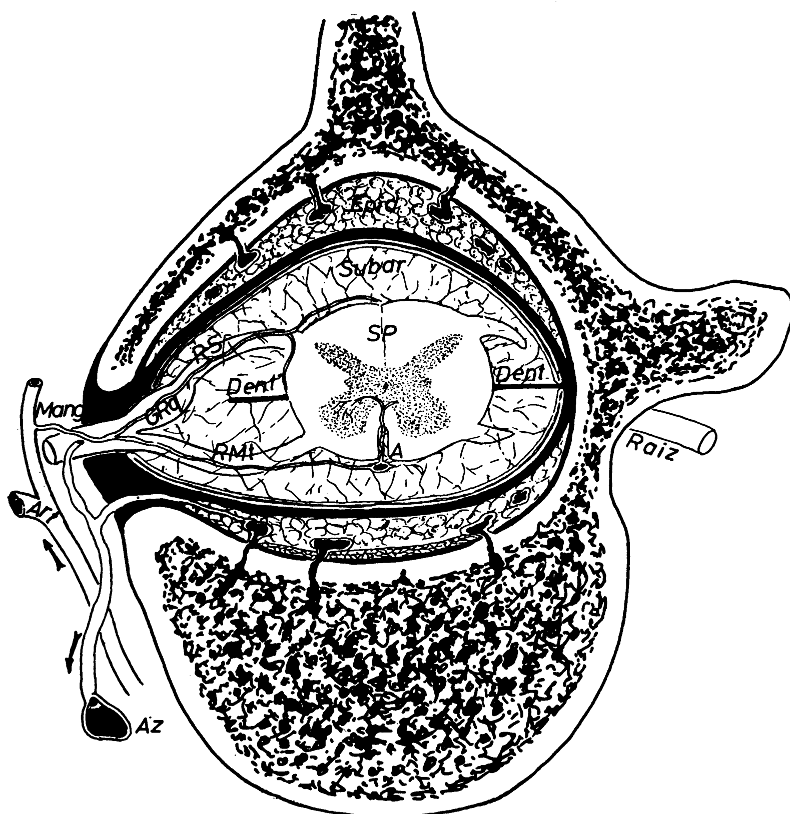


Fig. 91

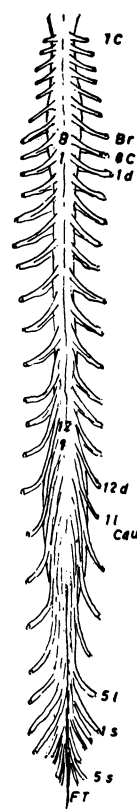


Fig. 92

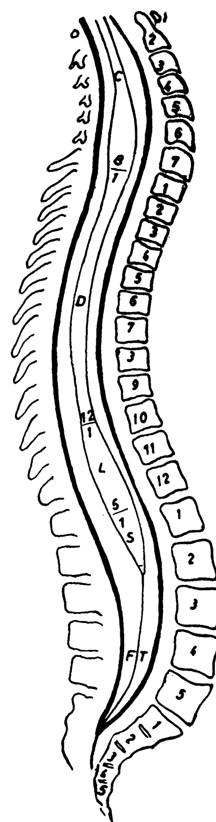


Fig. 93

Figs. 91, 92 y 93. — Representación esquemática de las meninges raquídeas en relación con los vasos.

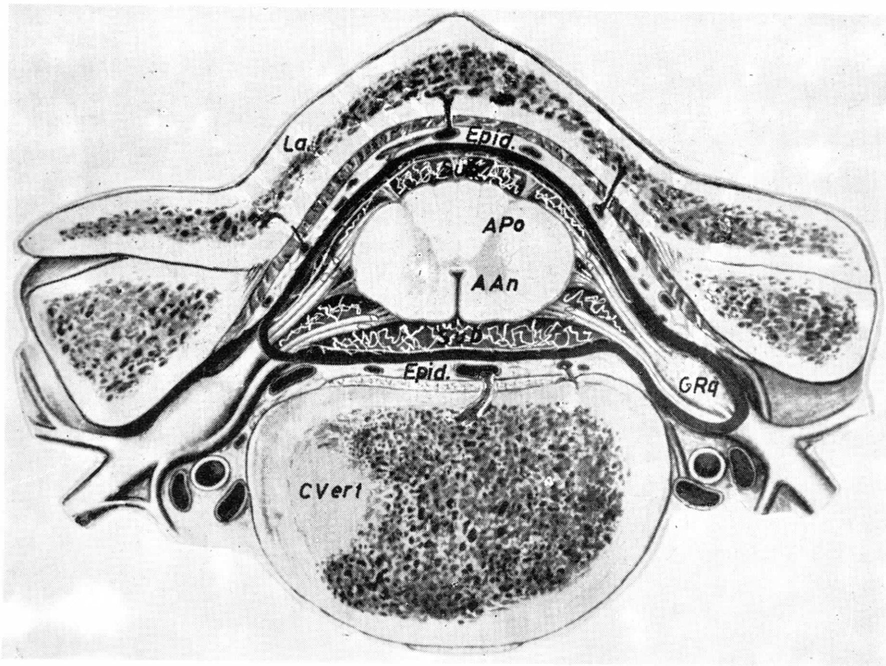
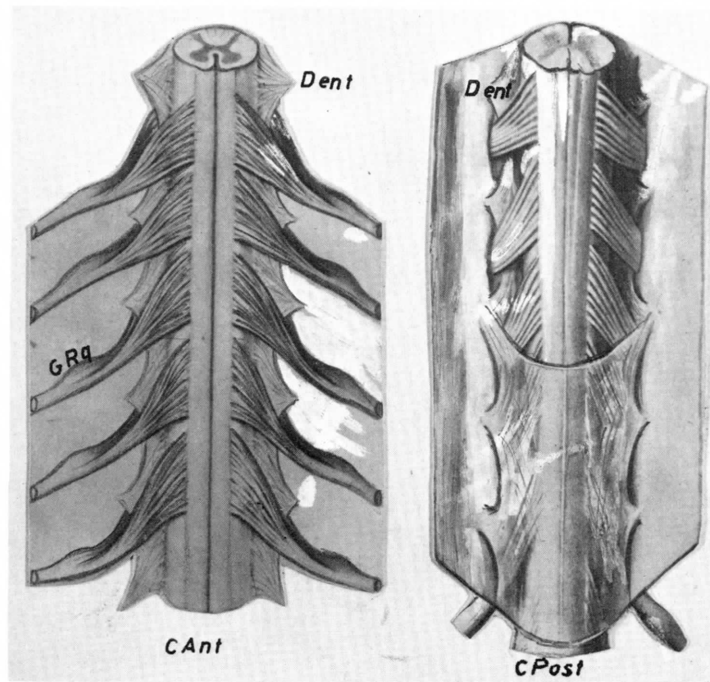


FIG. 94. — Corte transversal del raquis mostrando la disposición meníngea y vascular a nivel determinado.



FIGS. 95 y 96. — Visión anterior y posterior, respectivamente, de un amplio segmento de médula espinal.

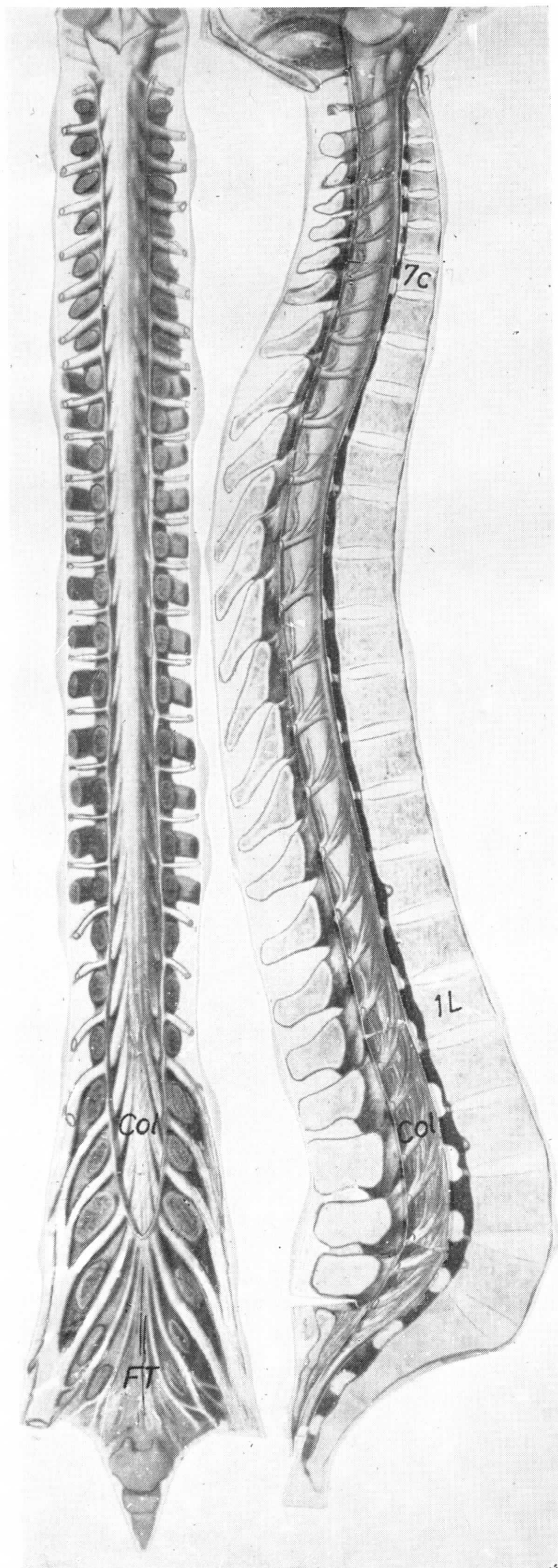


Fig. 97 Fig. 98

anteriores. Distinguimos también un ligero *surco posterior* a causa del septum posterior (SP). Distinguimos lateralmente las *raíces de los nervios raquídeos,* como es la raíz sensitiva (RS), que entra posterolateralmente, y la raíz motora (R Mt), que sale anterolateralmente. El *ganglio sensible raquídeo* (G Rq) lo vemos intercalado en la raíz sensible, cuando se va a constituir el nervio raquídeo mixto en el mismo agujero de conjunción.

En estas condiciones el cordón medular se extiende de arriba abajo (figs. 92 y 93), pero su calibre no es uniforme, distinguiendo un abultamiento o *huso braquial* (B) y el *huso caudal* (Cau) para la salida de los nervios de la extremidad superior e inferior respectivamente. El surco medio anterior es visible a todo lo largo. Lateralmente vemos las raíces de los nervios raquídeos constituyendo una especie de línea anterolateral y posterolateral para las respectivas raíces (figs. 95 y 96). La dirección de los nervios raquídeos hacia el agujero de conjunción no conserva el nivel horizontal, ya que la médula espinal crece menos que la columna vertebral (fig. 93), hasta tal punto que la parte más baja de la médula corresponde en el adulto a nivel de la segunda vértebra lumbar, continuándose después con el llamado *hilo terminal* (FT) (figs. 92, 93, 97 y 98) a lo largo del conducto raquídeo hasta su terminación en el coxis, pero no ofreciendo aquí el menor vestigio de la organización medular clásica. Por estas circunstancias, los agujeros de conjunción de cada nervio raquídeo están tanto más descendidos de nivel cuanto más inferior es el nervio a considerar. Ello hace que los nervios raquídeo-lumbares, y sobre todo los sacros, desciendan casi verticalmente (figuras 97 y 92) a ambos lados del hilo *terminal* (FT), constituyendo la clásica *cola de caballo.* Los nervios dorsales no descienden tanto, pero ofrecen oblicuidad manifiesta to-

Figs. 97 y 98. — La médula espinal dentro de la cavidad raquídea vista de frente y lateralmente, permitiendo relacionar los niveles metaméricos con los cuerpos vertebrales.

davía (1D hasta el 12D). Los nervios cervicales, en cambio, no deben de ofrecer prácticamente diferencias de nivel (figs. 92 y 97). Distínganse los 8 nervios cervicales, los 12 nervios dorsales, los 5 lumbares y 5 sacros, y desde que se originan siguen la oblicuidad que obliga el agujero de conjunción que les corresponde. Por este motivo, dedúzcase la relación del nivel de los metámeros medulares con los cuerpos vertebrales (figuras 92, 93, 97 y 98).

La protección de la médula dentro de su conducto raquídeo, corresponde a una serie de envolturas llamadas *meninges*. Debe de distinguirse la llamada DURAMADRE (en negro) (figs. 91 y 94), que es una vaina fibrosa dependiente del periostio vertebral a nivel del manguito fibroso (Mang) que envuelve el nervio raquídeo en el agujero de conjunción. Distingamos la duramadre, del *periostio* y del *endoostio*, con los que se une a nivel del *manguito de conjunción* indicado. Advirtamos igualmente la existencia del *espacio extradural*, también llamado *epidural* (Epid), lleno de grasa y recibiendo el drenaje venoso del tejido hematopoyético del cuerpo vertebral y de las láminas, para constituir un *plexo venoso extradural* intrarraquídeo, plexo que drena por el agujero de conjunción hacia las ázigos (Az).

En contraste con la duramadre tenemos la PIAMADRE, membrana glial que tapiza íntimamente la superficie exterior del bloque de centros nerviosos; por lo tanto, por la superficie de la médula, infiltrándose por la cicatriz o tabique posterior; por la superficie de las raíces, del ganglio sensible y del nervio raquídeo. Notemos cómo la piamadre lateralmente está unida a la dura por el llamado *ligamento dentado* (Dent), ligamento cuyos dentellones permiten el paso de las raíces para integrar el nervio raquídeo.

Notemos que de la superficie de la pía se desprende una red en tela de araña en dirección a la dura; pero no llega a ella,

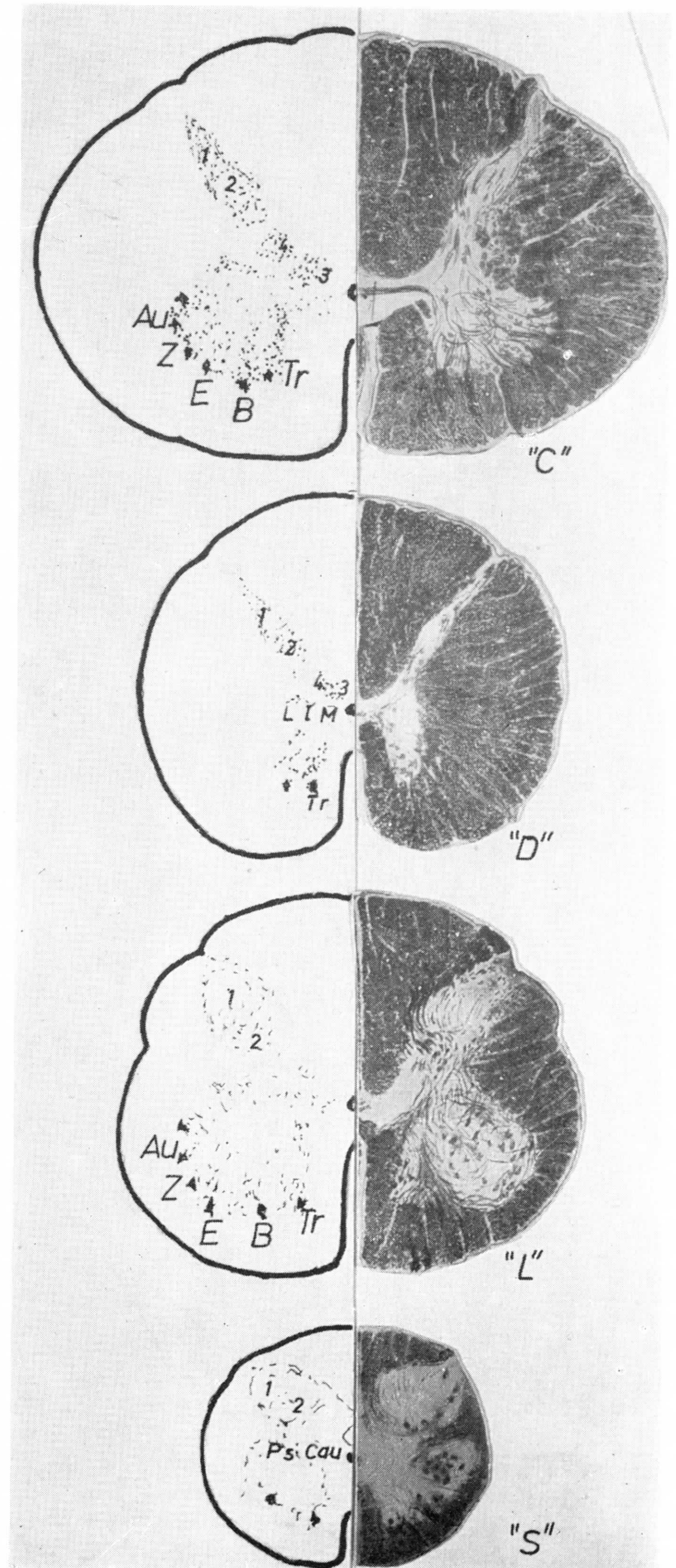


FIG. 99. — Secciones medulares a nivel de la región cervical (C), de la región dorsal (D), de la región lumbar (L) y de la región sacra (S).

sino que se condensa formando la MEMBRANA ARACNOIDES VISCERAL, membrana que a nivel del ligamento dentado se refleja para constituir la llamada ARACNOIDES PARIETAL, la cual se adhiere íntimamente a la dura. Entre la aracnoides parietal y aracnoides visceral existe un espacio virtual de tipo seroso, para el deslizamiento; es el *espacio interaracnoideo,* vacío, como toda cavidad serosa que envuelve las vísceras. El espacio interaracnoideo forma un compartimiento por delante del ligamento dentado y otro compartimiento por detrás (figuras 91 y 94). Este espacio vital contrasta con el enorme *espacio subaracnoideo* (Subar), relleno por la tela de araña y ocupado por el llamado líquido cefalorraquídeo, que ofrece almohadillado a la médula espinal. El espacio subaracnoideo o cefalorraquídeo lleno de líquido que pesa, determina que se adose la aracnoides visceral a las membranas que hay por fuera y establezcan un todo, globalmente representable (fig. 93), donde hay que distinguir un fondo de saco inferior que llega hasta la segunda sacra y que no está ocupado por la médula espinal (pues terminó a nivel de la segunda vértebra lumbar), sino por los nervios de la cola de caballo.

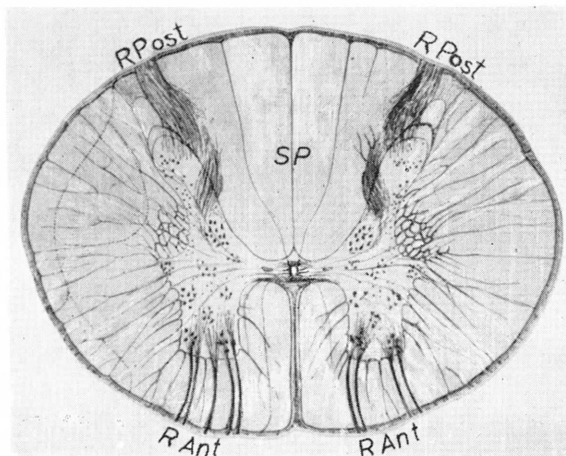


FIG. 100. — Representación esquemática de un corte de médula espinal, pretendiendo expresar las radiaciones de glía que unen la superficie exterior hacia la cavidad ependimaria central, facilitando así la nutrición de la zona que atraviesan. Nótese que el eptum posterior (SP) es también glía. Diferénciese las raíces anteriores (R Ant) y posteriores (R Post) de las radiaciones gliares aludidas.

La presión de líquido cefalorraquídeo en el fondo del saco inferior equivale al peso de la columna de agua que tiene la misma altura desde la bóveda del cráneo.

La nutrición se realiza por las llamadas ARTERIAS RAQUÍDEAS, que siguen el trayecto del nervio raquídeo dividiéndose en radiculares y anastomosándose por delante y por detrás de la médula espinal formando la llamada arteria espinal anterior y la arteria espinal posterior (véase figuras). Desde aquí la nutrición llega a la médula y de una manera especial a las astas anteriores (fig. 91), ya que aquí el tejido facilitador necesita especial riego para graduar su capacidad funcional en relación con el nivel carbónico de la sangre circulante. Las VENAS se constituyen en el sentido contrario, drenando a las ázigos (Az) y uniéndose, por lo tanto, al drenaje hematopoyético indicado en un principio. En vez de linfáticos, tiene el tejido nervioso LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO, que rellena el espacio subaracnoideo por donde caminan las arterias también y rellenan el epéndimo, siendo segregado hacia uno y otro espacio por drenaje de tejido glial.

En la nutrición del Sistema Nervioso y en concreto, de la médula espinal, ha de intervenir la *glía,* dispuesta radiada desde el epéndimo al espacio subaracnoideo (llenos ambos de líquido cefalorraquídeo), introduciéndose por todo posible intersticio entre somas neuronales y fibras nerviosas. A este propósito, el microscopio electrónico no considera substancia intersticial nerviosa alguna; por lo tanto, todo lo que se vea en cualquier campo microscópico, es neurona que transmite corriente o glía intersticial encargada de la nutrición.

La *glía,* pues, captará la substancia nutritiva por las paredes capilares con las que está en contacto (bien directamente o por pie chupador) y drenará los residuos a los espacios cefalorraquídeos donde aboca por su dirección radiada. El trastorno de este sistema nutritivo se centra pues en la glía.

En estas condiciones, la médula, las meninges y la vascularización, contenidas en el raquis, pueden padecer enfermedades, y todo ello aboca hacia una compresión segmentaria de la médula en un determinado nivel, cuyos trastornos funcionales ya han ido siendo apuntados a lo largo de este estudio.

Notemos que interesa mucho la altura de esta compresión segmentaria en relación con los metámeros medulares cuya organización ya conocemos y cuyo mecanismo también fue indicado (pág. 139, volumen 1.°, 3.ª edición).

Por todo ello deducimos que la compresión de los *metámeros sacros,* llevará a claudicación de extremidades inferiores y trastornos de la micción y defecación. La de los *metámeros lumbares* llevará en principio a trastornos de la marcha. Por extensión llevará al trastorno del funcionalismo de los metámeros subyacentes que son los sacro anteriormente indicados. En la compresión de *metámeros dorsales* dominará el shock circulatorio por afectación de los centros ortosimpáticos de tensión arterial mesentérica, no olvidando los trastornos dependientes del mal funcionamiento de metámeros inferiores a la lesión. En la compresión *cervical baja* dominará la parálisis de las extremidades superiores, mientras que la compresión de *metámeros cervicales elevados* provocará la parálisis respiratoria.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

CONFIGURACIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL. Raíces de la médula espinal. Metamería de la médula espinal. *Meninges* del raquis. Espacios meníngeos. Espacio cefalorraquídeo. Raquis. Vascularización de la médula espinal. Duramadre Aracnoides. Piamadre. Paquimeninge. Leptomeninge. Espacio subaracnoideo. Espacio interaracnoideo. Ligamentos dentados. Espacio epidural. *Venas* raquídeas. Arterias espinales.

S. N. C.

Tronco encefálico

CAPÍTULO 18

TRONCO DEL ENCÉFALO. SU ORGANIZACIÓN COMO ENCRUCIJADA. NÚCLEOS NEUROMUSCULARES SOMÁTICOS Y PARASIMPÁTICOS

Los tramos del Sistema Nervioso Central, situados por encima de la médula espinal, rigen funciones muy complejas e importantes. A la complejidad funcional corresponde una complejidad estructural y de organización, que contrasta con la relativa simplicidad del substrato medular.

La médula espinal pudo ser considerada como un conjunto de metámeros, los cuales, al menos en teoría, se organizan de modo idéntico. Aun en los tramos del S.N.C. inmediatamente superiores a la médula espinal, la metamería, aunque enmascarada, tiende a adivinarse. No así en aquellos tramos más elevados, que son los que se encargan de regir y coordinar las funciones de más categoría, tanto de la vida vegetativa como de la vida de relación, funciones que, en definitiva, son las que definen ese «yo *individual*» y sus relaciones con el mundo que le rodea.

A pesar de que los pisos superiores del S.N.C. tienen mayor complejidad estructural y funcional, desde el punto de vista del desarrollo embrionario, no debe olvidarse que todo el S.N.C. deriva de un tubo primitivo, el tubo nervioso, cuya pared es matriz celular. Incluso en el adulto, el S.N.C. puede seguirse concibiendo como un tubo de paredes muy engrosadas. La parte cefálica del tubo nervioso presenta una serie de vesículas, que establecen continuidad descendentes con la médula. Son el romboencéfalo (Romb) (fig. 101), el mesencéfalo (Mes), el diencéfalo y el telencéfalo, ya mencionados en repetidas ocasiones.

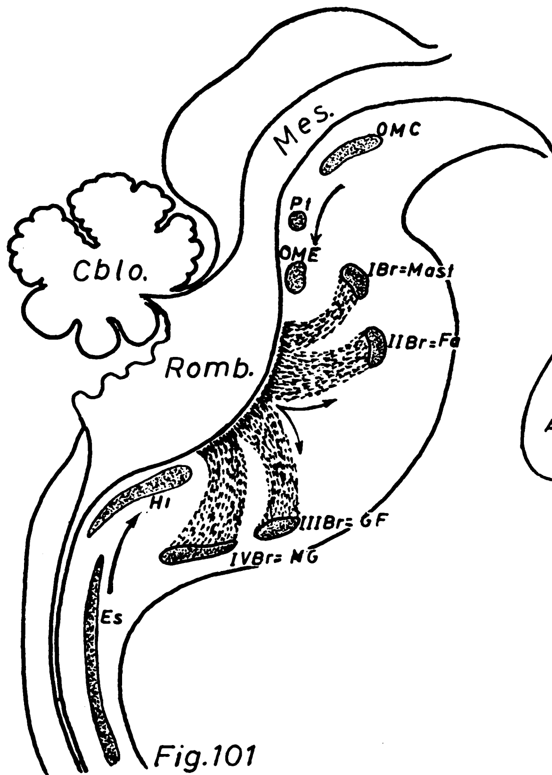
En las vesículas romboencefálica y mesencefálica, al igual que en la médula, se puede distinguir en la matriz parietal las *placas basal* (motora) y *alar* (sensible) separadas por el *surco limitante* (S Lm) (figura 102). Estas placas aún podrán diferenciarse, aunque no tan netamente, en el diencéfalo. Por el contrario, la vesícula telencefálica ha perdido todo matiz diferencial entre las distintas partes de la pared proliferativa de origen.

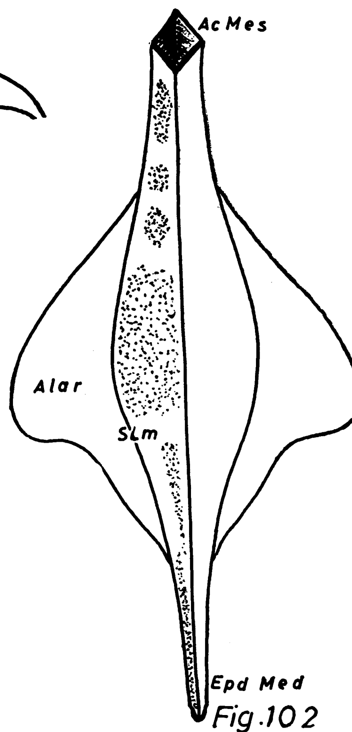
Puede, pues, afirmarse que las vesículas romboencefálica y mesencefálica guardan semejanza de disposición organizadora embrionaria (existencia de las placas basal y alar y del surco limitante) con la médula, y que aun en aquéllas, la metamería persiste, aunque muy enmascarada. El conjunto anatómico a que dan lugar el romboencéfalo y el mesencéfalo, tiene forma de tallo, el tallo cerebral, que continúa a la médula hacia la porción cefálica. A este conjunto se le conoce con el nombre de TRONCO DEL ENCÉFALO.

A lo largo del desarrollo, el romboencéfalo se incurva. Su eje de curvatura es transversal, con lo cual esta vesícula encefálica permanece ensanchada transversalmente. El ensanchamiento determina la dehiscencia de su pared dorsal. Precisamente, el romboencéfalo debe su nombre a que visto por detrás está abierto en forma de rombo.

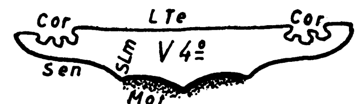
El ensanchamiento y la dehiscencia originan que las placas basal y alar y el surco limitante modifiquen su disposición. El corte del tubo medular embrionario veíamos que muestra la disposición de las placas (figura 105) (Mot Sen) y del surco como ya es conocido; el futuro septum sagital posterior de la médula es a modo de un tejido cicatricial (Cic) que representa las zonas ectodérmicas de fusión. Si el corte transversal se da a nivel de la parte ensanchada del romboencéfalo (fig. 104), se observa que las dos placas alares (Sen) se han separado entre sí; pueden reconocerse las placas basales (Mot) por dentro del surco limitante (S Lm) y las placas alares por fuera; la parte dorsal desgarrada se cubre con una fina lámina, llamada *lámina tectoria* (L Te) o del techo. La sección de la luz mesencefálica (fig. 103) se asemeja a la medular (fig. 105).

La organización del tronco del encéfalo recuerda, como ya se ha dicho, a la médula. Las paredes del tubo nervioso embrionario son verdaderas matrices, cuyas células proliferan para formar centros y núcleos nerviosos. Así, la placa basal da lugar a nú-











FIGS. 101, 102, 103, 104 y 105. — En la figura 101 se muestra el tronco encefálico lateralmente, observando en su matriz, precisamente en la zona de inflexión, cómo emigran las cuatro agrupaciones nucleares, correspondientes con los arcos branquiógenos. Nótese también que el oculomotor común (OMC), el patético (Pt) y el oculomotor externo (OME) correspondientes a la musculatura del acrosomita, van descendiendo. Por abajo asciende el núcleo del hipogloso y del espinal desmembrados de los primeros mielómeros cervicales. En *la figura* 102 se aprecia de frente el romboencéfalo demarcando el surco limitante (S Lm) y quedando por fuera, la placa alar, ampliamente desarrollada. La figura 103 es una sección del tubo nervioso a nivel del mesencéfalo. La figura 104 es una sección del tubo nervioso a nivel del romboencéfalo. La figura 105 es una sección correspondiente al nivel de la médula espinal para hacer comparaciones.

cleos neuromusculares y substancia intercalar motora; la matriz del surco limitante origina núcleos neurovegetativos (que en el tronco del encéfalo son parasimpáticos); la placa alar constituye los núcleos y centros sensitivos. Todos ellos forman la substancia gris del tronco del encéfalo; los haces que los núcleos motores y sensitivos dan lugar, unidos a los que procedían de la médula y pasan por la encrucijada que les ofrece el tronco encefálico, constituyen la substancia blanca. El primitivo epitelio matriz del romboencéfalo queda como epitelio de una cavidad, que es la luz del tubo nervioso a este nivel, y que se denomina *cuarto ventrículo* (V4.°) (fig. 104).

NÚCLEOS NEUROMUSCULARES

Iniciamos el estudio del tronco del encéfalo por la ORGANIZACION MOTORA, y dentro de ella por los NÚCLEOS NEUROMUSCULARES. Estos son semejantes a las columnas neuromusculares de las astas anteriores de la médula.

En un estadio embrionario precoz, cuando el romboencéfalo aún no está muy flexionado, las neuronas somatoefectoras que proceden de la placa basal se disponen en una columna que se extiende a lo largo del romboencéfalo y del mesencéfalo, y que es continuación de la columna neuromuscular de la médula cervical.

Un poco después, esta columna única comienza a disgregarse en núcleos neuromusculares, dispuestos linealmente.

La formación de núcleos a partir de una columna única obedece al llamado fenómeno de *neurobiotaxis* o propiedad de atracción que tienen las neuronas para reunirse en núcleos y formar centros funcionales.

Estos núcleos se escalonan de arriba a abajo y sus axones llegan a concentraciones de mesénquima ya conocidas, que han de originar músculos estriados de la cabeza y parte del cuello.

La concentración del mesénquima alrededor del cáliz óptico, el acrosomita, origina los músculos extrínsecos del globo ocular (los cuatro músculos rectos, los dos oblicuos y el elevador del párpado), que están inervados por los nervios oculomotor común, patético y oculomotor externo. Pues bien, estos nervios son los axones procedentes de tres núcleos neuromusculares (fig. 101): el *núcleo del oculomotor común* (OMC), el *núcleo del patético* (Pt), y el *núcleo del oculomotor externo* (OME).

La mayor parte de la musculatura estriada de la cabeza procede del mesénquima que existe en los arcos branquiógenos embrionarios, mesénquima que ha derivado de somitas cefálicos (véase primer volumen).

Hay una concentración de mesénquima en el arco mandibular (primer arco branquiógeno), que situado primitivamente por encima de la trompa faríngea ha de emigrar para formar la musculatura masticadora del adulto, que está inervada por el nervio masticador o parte motora de la tercera rama del trigémino. El núcleo de origen de esta parte motora de la tercera del trigémino es el *núcleo masticador* (I Br = Mast).

La concentración de mesénquima del segundo arco, o arco hioideo, desde su primitiva posición por debajo de la trompa faríngea emigra hasta la cara para formar la musculatura mímica (o fisiognómica) inervada por el nervio facial. El nervio facial está constituido por el conjunto de cilindro-ejes, que proceden del *núcleo del facial* (II Br = Fa)[1].

El mesénquima del tercer arco branquiógeno se sitúa fundamentalmente alrededor del tubo digestivo y origina la musculatura deglutora inervada por la rama motora del nervio glosofaríngeo. Las neuronas de origen de las fibras motoras glosofaríngeas se concentran y forman el *núcleo faríngeo motor* (III Br = GF).

Alrededor del tubo respiratorio se dispo-

[1] El núcleo neuromuscular facial es susceptible de nuevas divisiones en relación con grupos musculares funcionales para la mímica, fonación, etcétera. Ello ha motivado numerosos trabajos, entre los que conviene citar a PAPEZ *(1926)* y WRAA *(1948)*.

ne el mesénquima, que en parte corresponde al cuarto arco branquiógeno. Este mesénquima da lugar a la musculatura fonadora, es decir, a los músculos estriados propios de la laringe, inervados por las fibras motoras del nervio neumogástrico, las cuales proceden del *núcleo laríngeo motor* (IV Br = NG).

Los núcleos faríngeo (III Br) y laríngeo (IV Br) motores forman una columna única irregular llamada *núcleo ambiguo*. De su parte salen, pues, los axones destinados a inervar la musculatura deglutora; de la parte baja, las que inervan a los músculos de la laringe.

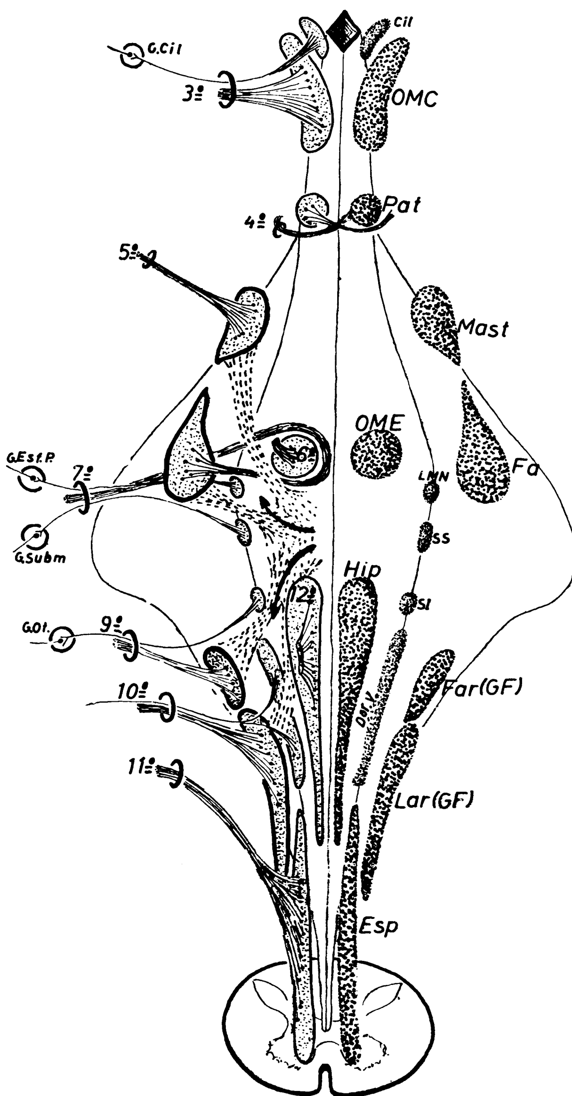


FIG. 106. — Representa la situación definitiva de los núcleos neuromusculares somáticos y parasimpáticos.

El mesénquima de los primeros somitas cervicales, desde su posición originaria, emigra mucho hasta colocarse en la lengua para formar los músculos estriados de la misma. El nervio motor de la musculatura lingual es el nervio hipogloso, que está constituido por los axones que parten del *núcleo del hipogloso* (Hi).

Parte del mesénquima de algunos de estos somitas cervicales también emigra y forma una concentración, de cuyo material deriva el músculo esterno-cleido-mastoideo y el trapecio. Estos músculos están inervados por el nervio espinal también llamado nervio accesorio, cuyo núcleo de origen es el *núcleo del espinal* (Es).

En resumen, desde la parte alta del mesencéfalo hasta la parte baja del romboencéfalo se escalonan linealmente los siguientes núcleos neuromusculares (fig. 101), que son los núcleos de origen de los pares craneales: núcleos del oculomotor común, del patético, del oculomotor externo, masticador, facial, ambiguo, del hipogloso y del espinal. Este último tiene su mayor localización en los segmentos cervicales de la médula espinal.

Al avanzar el desarrollo, el romboencéfalo acentúa su incurvación de eje transverso, con lo cual los núcleos de la matriz de esta zona son propulsados hacia adelante y hacia afuera. Los núcleos que emigran son precisamente los que originan los nervios de los somitas cefálicos (mesénquima de los arcos branquiógenos), es decir, los núcleos del masticador, del facial y ambiguo (faríngeo y laríngeo) los cuales por esta razón se alejan de la placa basal de donde proceden. Esta emigración es la causante de que el nervio facial, antes de salir del tronco del encéfalo, quede enganchado al núcleo del oculomotor externo, al que forma una especie de lazo (rodilla del facial) (fig. 106).

La propulsión y emigración de los núcleos intermedios determina que en el tronco del encéfalo del adulto existan dos co-

lumnas neuromusculares, una medial y otra lateral (fig. 106).

En la *columna neuromuscular medial* se disponen de arriba abajo los siguientes *núcleos*: el del *oculomotor común*, el del *patético*, el del *oculomotor externo*, el del *hipogloso* y el del *espinal*. Este último, como ya se ha dicho, se continúa en la médula cervical.

Esta columna está cerca de la línea media y muy cerca de la placa basal, por lo que además de medial, la columna es también posterior.

En la *columna neuromuscular lateral*, que es lateral y anterior, se disponen de arriba abajo los *núcleos* del *masticador*, del *facial y ambiguo*, cuyos axones envían impulsos a los músculos derivados de los arcos branquiales.

Los nervios que salen de los núcleos mediales se dirigen hacia adelante (salvo el patético, que lo hace hacia atrás). Los que salen de los núcleos laterales se dirigen lateralmente.

Así pues, desde el tronco del encéfalo parten impulsos nerviosos que caminan por los axones, originados en los núcleos neuromusculares, y que terminan directamente en las fibras musculares estriadas.

Del tronco del encéfalo salen también otros impulsos que, en definitiva, llegan a fibras musculares lisas y a glándulas. Estos impulsos van canalizados por axones cuyas neuronas de origen se agrupan y forman los núcleos neurovegetativos, que proceden de la matriz del surco limitante.

Todos los núcleos *neurovegetativos* del tronco del encéfalo son parasimpáticos, y sus axones no terminan directamente en las fibras musculares lisas o en las glándulas, sino que hacen recambio en los ganglios parasimpáticos. Estos axones son, pues, las fibras preganglionares. Las postganglionares, que son los axones de las neuronas de los ganglios, transmiten el impulso central hasta el destino final.

Los centros ortosimpáticos, el núcleo erector parasimpático de la médula y los núcleos parasimpáticos del tronco del encéfalo, integran el sistema neurovegetativo. El orto y el parasimpático son antagónicos. En el individuo normal existe un equilibrio funcional entre ambos. Cuando se produce un desequilibrio (en las llamadas distonías) se hacen notar los efectos del sistema dominante.

Los centros ortosimpáticos de la médula tienen sus correspondientes antagónicos parasimpáticos, que en casi su totalidad (salvo uno) se sitúan en el tronco del encéfalo.

En la parte alta del mesencéfalo existe un núcleo antagónico del centro ortosimpático dilatador de la pupila, que es el núcleo parasimpático constrictor de la pupila (Cil) (fig. 106).

El centro ortosimpático lácrimo-muconasal-salival referido en la médula espinal tiene tres antagónicos parasimpáticos, que de arriba abajo son: 1) El núcleo lácrimo-muconasal (LMN), que envía impulsos a la glándula lacrimal y a las fosas nasales; 2) El núcleo salival superior (SS), cuyos impulsos llegan definitivamente a las glándulas salivales submaxilar y sublingual; 3) El núcleo salival inferior (SI), cuyas fibras tras el recambio correspondiente, inervan a la glándula parótida.

Los centros ortosimpáticos, ya estudiados, del tórax (cardioacelerador y broncopulmonar) y del abdomen, tienen un solo antagónico parasimpático. Es el núcleo parasimpático del tórax y del abdomen.

Estos son los núcleos parasimpáticos que hay en el tronco del encéfalo, pues el antagónico del centro ortosimpático de la pelvis es el núcleo del nervio erector, situado en la médula sacra y no en el tronco del encéfalo.

En el adulto, los núcleos parasimpáticos del tronco del encéfalo se localizan muy próximos al surco limitante, de donde derivan. Sus axones salen del tronco del encéfalo, acompañando y formando parte de nervios ya conocicdos.

Sobre el nombre y situación de los núcleos parasimpáticos, recorrido de sus axones, ganglios de recambio, etc., a continuación damos una escueta exposición.

El núcleo constrictor de la pupila se conoce con el nombre de *núcleo ciliar*

(*núcleo de Edinger-Westphal*). Está en la parte alta del mesencéfalo, junto al extremo superior del núcleo del oculomotor común. Los axones del núcleo se unen al nervio oculomotor común, con el que caminan y con el que salen del cráneo penetrando en la órbita a través de la hendidura esfenoidal; pasan el anillo de Zinn y continúan con la rama inferior del nervio oculomotor común. De esta rama se desprenden los axones parasimpáticos que llegan al *ganglio ciliar* (G Cil) u oftálmico, donde se establece la sinapsis. Las fibras postganglionares se unen a los nervios ciliares y penetran en el globo ocular para inervar al músculo esfínter de la pupila y al músculo ciliar. Sus impulsos determinan, por tanto, la miosis (concentración de la pupila) y la acomodación de la vista por contracción del músculo ciliar.

El *núcleo lácrimo-muconasal* se localiza en la parte ancha del romboencéfalo. Sus axones salen del tronco del encéfalo junto con el nervio facial, y más concretamente con el nervio supratimpánico. Por lo tanto, penetran por el conducto auditivo interno en el conducto del nervio facial, de donde salen a través del hiato de Falopio formando el llamado nervio petroso mayor. Como tal sale del cráneo a través del agujero rasgado anterior y penetra en el conducto vidiano, formando parte del nervio vidiano. Llega a la fosa pterigopalatina, en donde se encuentra el *ganglio esfenopalatino* (G Esf P), en el cual las fibras hacen sinapsis. Del ganglio se desprenden las fibras postganglionares, una de las cuales, a través del agujero esfenopalatino, va a la mucosa nasal y origina secreción de moco, y otras pasan por la hendidura esfenomaxilar, penetran en la órbita y llegan hasta la glándula lagrimal, en la que determinan la elaboración y secreción de lágrimas.

El *núcleo salival superior* se localiza también en la parte ancha del romboencéfalo, por debajo del lácrimo-muconasal. Los axones del núcleo salival superior salen del tronco del encéfalo; acompañan al nervio facial, con el que penetran en el conducto de este nervio a través del conducto auditivo interno. Poco antes de que el facial salga por el agujero estilomastoideos, los axones parasimpáticos se separan del nervio facial y con el infratimpánico salen del cráneo por la cisura de Glaser, tras haber formado la cuerda del tímpano. Después se unen al nervio lingual (rama sensible de la tercera del trigémino), del que se desprenden para llegar al *ganglio parasimpático submaxilar* (G Subm), en donde hacen recambio. Las fibras postganglionares inervan a las glándulas salivales submaxilar y sublingual y determinan la secreción de saliva.

El *núcleo salival inferior* envía sus axones al nervio glosofaríngeo, al que se incorporan y con el que salen del cráneo a través del agujero rasgado posterior. Los axones parasimpáticos se separan del glosofaríngeo inmediatamente después de atravesar aquel agujero y, como nervio de Jacobson, penetran en el orificio del mismo nombre. De este modo entra en la caja del tímpano. Después pasan por el hiato accesorio y forman el nervio petroso menor, que sale del cráneo a través del agujero rasgado anterior para abordar el *ganglio ótico* (G Ot), en cuyas neuronas hacen sinapsis. Las fibras postganglionares llegan a la glándula parótida y determinan la secreción salival de esta glándula.

Los axones que se originan en el núcleo parasimpático del tórax y del abdomen integran gran parte de las fibras del nervio vago. Es, pues, el *núcleo parasimpático vagal*, cuyos impulsos canalizados por los correspondientes axones y tras hacer el relevo en ganglios y plexos parasimpáticos, llegan en definitiva: 1.°) al corazón, en el que causan bradicardia (acción antagónica al ortosimpático cardioacelerador); 2.°) a los músculos lisos de los bronquios y a sus glándulas mucosas y, por lo tanto, al pulmón, causando el cierre de las vías respiratorias y su obstrucción por tapones de moco, con la consiguiente dificultad respiratoria (acción antagónica al centro ortosimpático broncopulmonar); 3.°) a

las fibras musculares del tubo digestivo (desde la parte baja del esófago hasta el colon descendente), cuya contracción, *regulada* por el parasimpático, determina el peristaltismo (acción antagónica a la del centro ortosimpático del abdomen); 4.°) al riñón, concretamente a las fibras musculares que hay alrededor de los cálices y a la musculatura de la parte alta del uréter.

Por los sitios donde está destinado, algunos autores le han denominado *núcleo cardioneumoenterorrenal.* En la actual nomenclatura recibe el nombre de *núcleo dorsal del vago* (Dor Vg) [2]. Sus axones hacen recambio en plexos de la pared del tubo digestivo (plexos submucoso y mientérico —o de MEISSNER y AUERBACH—), en otros plexos y en ganglios próximos a los órganos efectores.

En resumen, los impulsos eferentes del tronco del encéfalo parten de tres columnas nucleares. Dos de ellas corresponden a núcleos neuromusculares; la tercera está constituida por núcleos parasimpáticos.

Una de las columnas neuromusculares es medial y posterior. Es la *columna eferente somática*, integrada de arriba abajo por los núcleos oculomotor común, patético, oculomotor externo e hipogloso.

La otra columna neuromuscular es lateral y anterior. Es la columna eferente visceral y especial, también llamada *columna somática lateral*, que está constituida por los núcleos masticador (=núcleo motor del nervio trigémino), facial y ambiguo.

La parte del núcleo espinal, situada en la médula cervical, se prolonga hacia el romboencéfalo, confundiéndose e integrando la porción caudal del núcleo ambiguo y adaptada al hipogloso. Los axones que nacen del núcleo espinal medular constituyen la rama externa de nervio espinal, que inerva a los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. Los axones del nervio espinal, que se originan en el núcleo ambiguo, forman la rama interna del nervio. Esta se incorpora al nervio neumogástrico y contribuye a inervar a los músculos propios de la laringe.

De aquí que una gran mayoría de autores consideren que el núcleo ambiguo da origen a las partes motoras de tres nervios: el glosofaríngeo, el neumogástrico y el espinal. Pero, en realidad, la rama interna del nervio espinal, que es la que procede del núcleo ambiguo no debe ser considerada como rama propia de este nervio, pues tras un corto trayecto se incorpora *enseguida* al nervio neumogástrico y con él inerva a músculos de la laringe. Por ello, nosotros *preferimos*, siguiendo una vieja concepción, considerar en el núcleo ambiguo dos porciones: una superior o núcleo faríngeo motor (origen del nervio glosofaríngeo) y otro inferior o núcleo laríngeo motor (origen del nervio neumogástrico).

Por último, la columna de núcleos parasimpáticos (o columna eferente visceral general) se escalona a nivel del surco limitante según este orden ascendente: núcleos ciliar, lácrimo-muconasal, salival superior, salival inferior y dorsal del nervio vago.

[2] Sobre la organización del núcleo dorsal del vago: BERNAD (1949).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

TRONCO DE ENCÉFALO: su organización como encrucijada. *Núcleos neuromusculares somáticos del tronco de encéfalo. Núcleos parasimpáticos.* Ventrículo 4.° Núcleo oculomotor común. Núcleo patético. Núcleo oculomotor externo. Núcleo masticador = Núcleo motor del primer arco branquiógeno. Núcleo facial = Núcleo oculomotor del 2.° arco branquiógeno. Núcleo faríngeo motor = Núcleo motor del tercer arco branquiógeno. Núcleo laríngeo motor = Núcleo oculomotor del 4.° arco branquiógeno. Núcleo ambiguo. Núcleo hipogloso. Núcleo espinal. Columna neuromuscular medial del tronco de encéfalo. Columna neuromuscular lateral del tronco de encéfalo. Núcleo ciliar = Núcleo de Edinger-Westphal. Ganglio ciliar = Ganglio oftálmico. Núcleo lacrimomucosonasal. Ganglio esfenopalatino. Núcleo salivar superior. Ganglio submaxilar parasimpático. Núcleo salivar inferior. Ganglio ótico. Núcleo parasimpático vagal = Núcleo cardioneumo-entero-renal = Núcleo dorsal del vago.

CAPÍTULO 19

SUBSTANCIA INTERCALAR MOTORA = CENTROS EXTRAPIRAMIDALES A NIVEL DEL TRONCO DEL ENCÉFALO: PARTE INTEGRADORA DE ACTOS MOTORES VITALES = = FORMACIÓN RETICULAR

Además de los núcleos neuromusculares ya estudiados, la placa basal del tronco del encéfalo da origen a una gran cantidad de neuronas, a cuyo conjunto denominamos SUBSTANCIA INTERCALAR MOTORA. Tal substancia contribuye en gran parte a dar la configuración que el tronco del encéfalo tiene en el adulto (fig. 107).

Estas neuronas, que *son asociativas*, se agrupan en acúmulos. Unos de ellos tienen límites bien precisos y forman núcleos; otros, de límites menos netos, constituyen centros nerviosos un tanto definidos funcionalmente.

Estos núcleos y centros *se intercalan* entre los haces ascendentes sensitivos y los descendentes motores, de lo que suelen recibir colaterales y envían conexiones a los núcleos neuromusculares y vegetativos del tronco del encéfalo e, incluso, de la médula espinal. Por ello, los núcleos y centros nerviosos de la sustancia intercalar están en condiciones óptimas para controlar automáticamente a los núcleos neuromusculares y neurovegetativos, cuyos impulsos eferentes coordinan y asocian con el fin de conseguir un acto armónico, que es reflejo. Estos actos motores, automáticos y reflejos, liberan al plano volitivo del S. N. C. de una intervención directa y constante en el continuo actuar de la máquina humana.

Una división sistemática de la substancia intercalar motora del tronco del encéfalo es muy difícil de realizar; aun el empleo del término substancia, con el que queremos englobar todos estos acúmulos de neuronas, es discutible. Nosotros, desde un punto de vista funcional y con fines didácticos, dividimos a la substancia intercalar motora en tres partes.

I. Parte integradora de actos motores vitales fundamentalmente vegetativos.

II. Parte integradora de actos motores estaticoposturales.

III. Parte integradora de los reflejos de aprestamiento.

PARTE INTEGRADORA DE ACTOS MOTORES VITALES FUNDAMENTALMENTE VEGETATIVOS = FORMACIÓN RETICULAR

A todo lo largo del tronco del encéfalo hay acúmulos de neuronas que establecen múltiples sinapsis entre sí, de manera tal que los cuerpos neuronales están entre las mallas de las fibras nerviosas y forman a modo de un retículo. Por ello, todos estos acúmulos neuronales, que se continúan unos con otros, se denominan *formación reticular*.

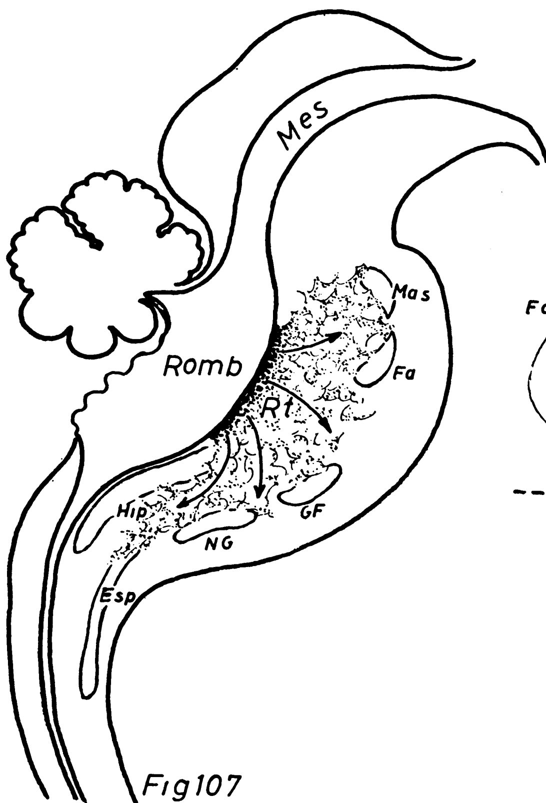
El término de formación reticular es el aceptado en la última revisión de la nómina anatómica. Anteriormente se utilizó con la misma acepción el término de *substancia reticular,* que nosotros emplearemos con frecuencia.

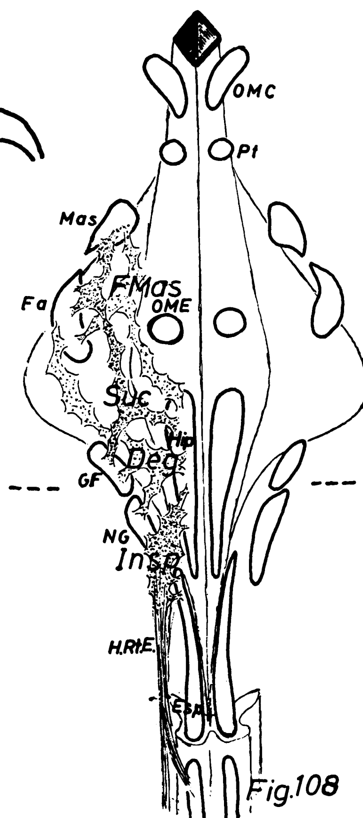
La formación reticular, muy irrigada, puede cargar y acumular potencial gracias a desencadenantes humorales sanguíneos. Concretamente, las elevadas concentraciones sanguíneas de anhídrido carbónico son una fuente de potencial para la formación reticular.

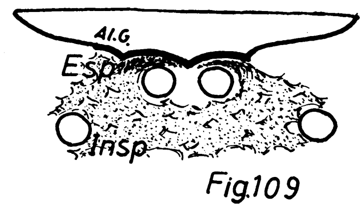
Este potencial representa una continua carga que es utilizada por la formación reticular para enviar impulsos constantes a las neuronas de los núcleos neuromusculares de la médula espinal y del tronco del encéfalo. Los impulsos facilitan a las neuronas neuromusculares para que puedan actuar debidamente cuando les llegue una orden voluntaria o cuando tengan que intervenir en un acto reflejo.

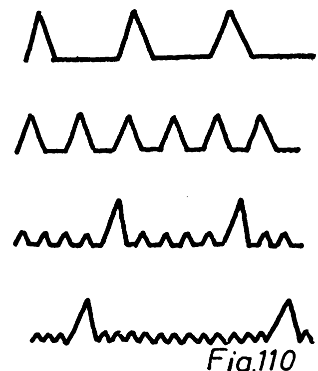
A esta *propiedad facilitadora* de la substancia reticular se le opone otra *supresora,* característica también de dicha substancia. Los impulsos facilitadores que llegan a unos u otros núcleos neuromusculares combinados con los supresores, que simultáneamente pueden llegar también, son precisos para la armonía de un amplio acto motor, que es siempre el resultado de coordinar en el tiempo la contracción de unos músculos y la relajación de los antagónicos.

Una gran parte de la formación reticular, aunque no toda, tiene como misión integrar actos motores vitales, que hemos llamado









FIGS. 107, 108, 109 y 110. — Nótese en la figura 107 la emigración de la substancia reticular (Rt) (flechas). En la figura 108 la substancia reticular se ha agrupado alrededor de los núcleos neuromusculares somáticos para establecer centros facilitadores diversos. En la figura 109 se muestra una sección transversal del romboencéfalo, situando esquemáticamente el centro inspiratorio (Insp), así como del espiratorio (Esp) en relación con el ala gris (Al G). La figura 110 muestra esquemáticamente los ritmos y amplitudes respiratorias de casos experimentales en los que se van destruyendo sucesivamente de arriba abajo la substancia reticular del romboencéfalo.

vegetativos, tales como la función respiratoria, vasomotora, actos motores de la masticación, deglución, etc. Algunos de estos actos son llevados a cabo por la propia substancia reticular, es decir, que son regidos directamente por centros reticulares. En otras ocasiones, los impulsos de la substancia reticular no son suficientes para llevar a efecto función alguna y se limitan tan sólo a facilitar el correspondiente acto motor. De todo ello se puede deducir que los centros reticulares tienen un significado funcional más que topográfico [1].

Centro de la inspiración (Insp. figs. 108 y 109)

En la porción baja del romboencéfalo, y aproximadamente a la altura del núcleo ambiguo, un acúmulo de substancia reticular se encarga de facilitar y de elaborar los impulsos inspiratorios. Es el *centro inspiratorio.*

La *inspiración* es un acto motor en el que actúan sinérgicamente determinadas musculaturas. Así, actúan los músculos dilatadores de la glotis, merced a impulsos nerviosos que parten de las zonas más bajas del núcleo laríngeo motor, y los músculos de la lengua (núcleo del hipogloso), con el fin de que las vías respiratorias queden abiertas al paso del aire. Intervienen también todos aquellos músculos que dilatan el tórax, tales como los que elevan su vértice (músculo esternocleidomastoideo y núcleo del espinal); el músculo diafragma (núcleo del frénico), cuya contracción hace descender su base; los llamados músculos inspiratorios entre los que están los intercostales, serratos, etc. a los que llegan impulsos nerviosos desde los núcleos neuromusculares de la astas anteriores de la médula espinal.

El centro inspiratorio actúa sobre todos los núcleos neuromusculares de los que depende la acción inspiratoria. Se conexiona con las zonas bajas del núcleo laríngeo motor, de los núcleos del hipogloso y del espinal, relativamente próximos. Ha de enviar impulsos hacia el núcleo del frénico, situado a nivel del mielómero C4, del que depende la contracción del músculo diafragma, que tan importante papel juega en la inspiración. Ha de enviar impulsos también a mielómeros inferiores. Estos impulsos caminan desde el centro inspiratorio a través de vías descendentes, los *haces reticuloespinales* (HRtE), que se localizan en los cordones anterior y lateral de la médula espinal englobando a las astas anteriores, donde terminan [2].

Centro de la espiración

En el acto respiratorio, a cada movimiento de inspiración sucede otro de espiración. La expulsión del aire desde los alveolos pulmonares y árbol bronquial se realiza fundamentalmente por la retracción del tejido pulmonar. Por lo tanto, la espiración puede considerarse como un acto pasivo. Sin embargo, en la espiración intervienen también músculos espiradores.

Con el fin de regir los movimientos espiratorios, hay acúmulos de substancia reticular situados dorsalmente con respecto al centro inspiratorio y aproximadamente a su misma altura. Estos acúmulos constituyen el *centro de la espiración* (Esp) (fig. 109).

El centro de la espiración está en íntima relación con la fonación. La fonación se realiza durante la espiración. Es a modo de una espiración especializada.

Durante la *fonación,* las cuerdas vocales tienen que estar tensas y próximas entre sí, con lo que vibran al paso del aire espirado. Con tal fin, se han de contraer los músculos constrictores de la glotis y tensores de las cuerdas vocales, que reciben impulsos nerviosos de la parte alta del núcleo laríngeo. En la fonación intervienen también músculos de la faringe (articulación gutural de la palabra), de la lengua y de los labios, que reciben impulsos nerviosos de los núcleos faríngeo motor, del hipogloso y del facial, respectivamente.

En el acúmulo reticular del centro de la espiración, y desde el punto de vista funcional, se puede señalar un *centro fa-*

[1] En cuanto a propiedades generales de la formación reticular puede acudirse a MORUZZI y col. (1949), FRENCH (1952), BRODAL (1956), etc.

[2] En cuanto a la organización del haz retículoespinal: PAPEZ (1946). En cuanto a la organización del centro respiratorio: PITTS y col. (1930 A, B, C, 1940 y 1941).

cilitador de la fonación, que ha de conectarse con los núcleos neuromusculares laríngeo motor (parte alta del mismo) faríngeo motor, del hipogloso y del facial.

La espiración y la fonación están en íntima relación; la última sólo se puede realizar durante la espiración. Una y otra fusiones son incompatibles con la inspiración la cual, durante aquéllas, debe de estar inhibida.

Centro vasomotor

Entremezcladas con el centro respiratorio (= centro inspiratorio + centro espiratorio) existen neuronas que constituyen un acúmulo reticular, que se encarga de regular la presión sanguínea. Es el *centro vasomotor*.

Cuando la presión de la sangre se eleva al centro vasomotor llegan impulsos nerviosos, que son a modo de noticias de que la presión arterial es alta. En este caso, el centro vasomotor, a través de sus conexiones con el núcleo dorsal del vago (el parasimpático cardioneumoenterorrenal), se encarga de que el ritmo cardíaco se haga más lento (bradicardia) y de que se provoque una vasodilatación. A ésta se debe el que la presión descienda.

La íntima relación anatómica que el centro vasomotor guarda con el centro respiratorio explica que en los casos de asfixia, en los que hay grandes concentraciones de anhídrido carbónico y, por lo tanto, un gran estímulo del centro inspiratorio, haya alteraciones de la presión sanguínea en el sentido de estar elevada. Probablemente se debe por parte a la inhibición del centro vasomotor, y por otra a impulsos que, caminando a lo largo de los haces retículoespinales originados en el centro inspiratorio, llegan a los centros ortosimpáticos de la médula espinal.

Centros facilitadores de la masticación

La formación reticular, próxima al núcleo neuromuscular masticador, constituye un centro funcional que es el *centro de la masticación* (F Mas) (fig. 108).

En el acto de la *masticación* el papel más importante es desempeñado por los músculos masticadores, cuyos impulsos son recibidos desde el núcleo masticador a través de las fibras motoras de la tercera rama del trigémino. También intervienen los músculos del carrillo (musculatura facial inervada por el nervio facial) y los de la lengua (inervados por el nervio hipogloso).

El centro reticular de la masticación envía impulsos *facilitadores* a los núcleos neuromusculares masticador, del facial y del hipogloso, coordinando los impulsos eferentes para armonizar el acto motor de la masticación.

Centro deglutor

Otro acúmulo de substancia reticular, el *centro deglutor* (Deg), facilita y coordina a aquellos núcleos neuromusculares que intervienen en el acto motor de la deglución.

En la *deglución*, la principal musculatura que interviene es la faríngea, impulsada por el núcleo faríngeo motor. Se precisa también que el velo del paladar esté tenso, para lo que se debe de contraer el músculo peristafilino externo, inervado por la tercera rama del trigémino. Por otra parte, músculos inervados por el nervio facial, tales como el vientre posterior del digástrico y el estilohioideo, mantienen tensos el hioides y coadyuvan a la función deglutora. Esta también es ayudada por movimientos linguales.

El centro reticular de la deglución se conexiona con los núcleos neuromusculares faríngeo motor, masticador, del facial y del hipogloso.

La deglución es incompatible con las funciones que rigen otros centros reticulares, tales como la masticación, fonación, inspiración, etc. Mientras se deglute se inhiben todas estas funciones.

Un acto parecido al de la deglución es el de la succión, que exige también un centro reticular, el *centro de la succión* (Suc). Este centro se conexiona prácticamente con los mismos núcleos neuromusculares que intervienen en la deglución, aunque da otro matiz facilitador al núcleo del facial, obligándole a que envíe impulsos a las musculaturas de los labios, que tan importante papel juegan en la succión.

La inspiración, la espiración, la espiración con fonación, la regulación de la presión sanguínea, la masticación y la deglución, son procesos elaborados o facilitados en el seno de la formación reticular difusa del tronco del encéfalo, en la que los trabajos experimentales han permitido señalar centros funcionales diferentes.

Uno de los medios de que se ha valido la experimentación ha sido la implantación de microelectrodos en distintas partes de la formación reticular y la aplicación de estímulos a estos microelectrodos. Tras la muerte del animal, el estudio de la localización topográfica de las puntas estimulantes de los microelectrodos ha permitido atribuir las funciones que se desencadenaron durante la estimulación al acúmulo reticular correspondiente.

Así, se ha observado que la estimulación de la zona reticular vecina al núcleo neuromuscular masticador desencadena en el animal de experimentación movimientos masticatorios coordinados y armónicos. Si la punta del microelectrodo estimulante se localiza en el núcleo neuromuscular, la masticación es imperfecta y convulsiva.

Si se estimula el centro de la deglución, por ejemplo, la función se realiza tantas cuantas veces se aplique el estímulo, siempre que éste tenga la intensidad adecuada y que transcurra un tiempo mínimo entre un estímulo y el sucesivo. Si la intensidad del estímulo o la frecuencia de su aplicación aumentan, la función deglutora se agota y se convierte en antideglutora, integrando el proceso por vómito.

En el animal normal, el papel del estímulo desencadenante es desempeñado por el impulso nervioso voluntario que a través de las vías descendentes (vías piramidales) llega a los centros reticulares, con lo que se desencadena el movimiento automático. De este modo, el plano volitivo y consciente del S.N.C. relega su actuación a tales centros, que pueden ser considerados como pequeños cerebros reguladores, aunque subordinados a las órdenes conscientes que les llegan.

También el centro respiratorio está subordinado al substrato de la voluntad. Los impulsos volitivos pueden alterar el ritmo respiratorio e incluso detenerlo durante un cierto tiempo.

Sin embargo, el ciclo respiratorio se realiza normalmente de forma automática y refleja. Ligeras elevaciones de la tensión de anhídrido carbónico en la sangre de los capilares que bañan al centro inspiratorio actúan de estímulos, que captados por los quimiorreceptores (células gliales), son transmitidos en forma de corriente nerviosa al centro inspiratorio. A este centro llegan también corrientes nerviosas procedentes de sitios más distantes, que serán precisados más adelante con el estudio de los reflejos a nivel del tronco del encéfalo. Así estimulado el centro inspiratorio, se realiza el movimiento de la inspiración. La distensión de los alveolos pulmonares por vía del nervio neumogástrico llega a informar al centro respiratorio, haciendo que la inspiración se inhiba y que comience la espiración. Durante ésta, se eleva de nuevo la tensión de anhídrido carbónico, que estimulará al centro inspiratorio y dará comienzo a otro ciclo.

Aunque, como ya se ha dicho, el centro inspiratorio se concentra en la parte baja del romboencéfalo, hay también acúmulos de substancia reticular por encima de él que llegan hasta el mesencéfalo, siempre en íntima relación con el centro inspiratorio. De este modo, se explica que un corte transversal dado en la parte alta del mesencéfalo no afecte a la regulación automática y refleja de los movimientos respiratorios.

Si la sección transversal se hace más baja, parte de aquellos acúmulos reticulares dependientes del centro inspiratorio, y situados por encima de él, queda bloqueada. Por ello, los movimientos respiratorios, si bien continúan, son menos amplios y más frecuentes, y alternan con períodos de detención respiratoria a modo de suspiros (respiración suspirante). Durante estos períodos, el anhídrido carbónico se acumula, su tensión se eleva y puede excitar al centro ins-

piratorio no bloqueado para que de nuevo se inicie ese tipo de respiración suspirante (fig. 110).

Si la sección transversal pasa por el borde inferior del romboencéfalo, el centro respiratorio queda totalmente bloqueado y el animal muere en asfixia. Lo mismo ocurre si la sección es a nivel de los primeros mielómeros cervicales, puesto que se corta el haz respiratorio y sus impulsos no llegan a los núcleos neuromusculares. La sección medular por debajo del núcleo del frénico afecta poco a la función respiratoria, y tanto menos cuanto más baja sea la sección medular.

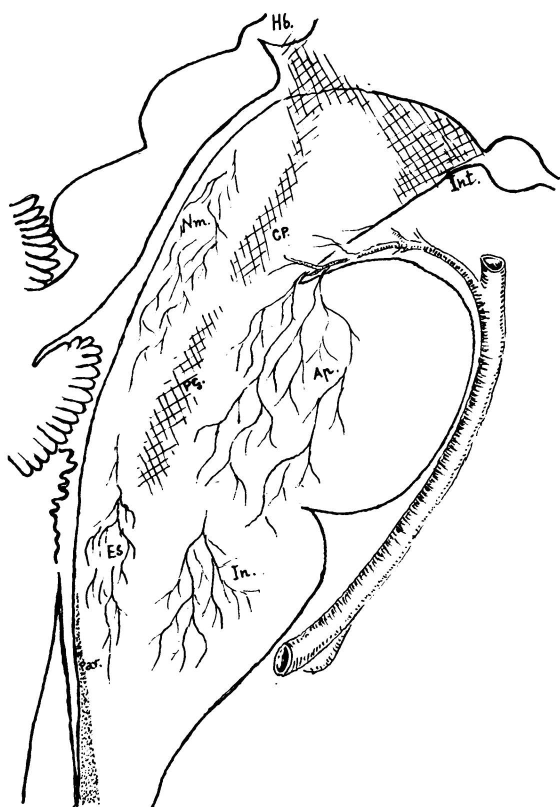


FIG. 110 bis

La substancia reticular que regula los movimientos respiratorios tienen autonomía propia, aunque en cierto modo se subordine a las órdenes voluntarias. El acúmulo de substancias reticular que regula la presión sanguínea es un ejemplo de total independencia del plano volitivo; tal regulación se realiza exclusivamente de manera refleja y automática a través del centro vasomotor.

Merece resaltar algunas funciones vitales indicadas, de la formación reticular tronco-encefálica por ser recopilables en unidad. Así aprovecharemos aportaciones de últimos años y nomenclaturas clásicas pues ayudará a relacionar estos conocimientos anatómicos con el llamado proceso de «*reanimación y cuidados intensivos*», imprescindible actualmente en clínica.

A estos efectos (fig. 110 bis), advirtamos áreas funcionales admisibles de la formación reticular: Ventralmente está el área inspiratoria (In) (alrededor del núcleo ambiguo), cuyo impulso consigue un cierto movimiento inspiratorio, aunque tardío, pues su excitabilidad por nivel carbónico es grosera, con lo cual, por sí sólo, no lograría aliviar dicho nivel. Por eso el área inspiratoria indicada (In) se prolonga con otra más elevada y amplia; el área apnéustica (Ap), cuya excitabilidad por nivel carbónico es muy sensible y su impulso inspiratorio muy enérgico, por lo que el individuo quedaría en inspiración sostenida o lo que es lo mismo, en apnea inspiratoria (de aquí el nombre de «apnéustico» que le dan algunos autores), lo cual tampoco aliviaría el nivel carbónico. Por todo ello existen dorsalmente áreas funcionales de formación reticular capaces de movimientos inspiratorios; así: está el área espiratoria (Es), excitable después de haberse descargado la inspiración (In), así como por informe de presión carbónica en el mismo alvéolo traído por vía vagal. Esta área espiratoria ofrece una excitabilidad grosera consiguiendo una expiración tardía poco eficaz en la ventilación. Por eso existe otra área espiratoria más elevada casi en el mesencéfalo, siempre dorsal; el llamado área neumotáxica (Nm), pues su espiración es sucesiva a la inspiración; con lo cual se logra el ritmo respiratorio apropiado (de aquí el nombre de neumotáxica).

Notemos Formación Reticular Intermedia entre todas estas áreas, destinada a ordenar una presión sanguínea general. Este nuevo centro, un tanto difuso, es el conocido de presión general (Pg) e impulsaría al mecanismo nervioso hipertensivo durante un tiempo crítico de nivel carbónico permitible, traspasado el cual quedaría fuera de uso, dando paso a una depresión circulatoria.

La Formación Reticular Intermedia aludida, más hacia el mesencéfalo, precisamente entre el centro neumotáxico y el apnéustico, constituye un área que actúa en la circulación del pulmón (CP) precisamente en el tono capilar interalveolar e intersticial, sobre todo, durante el intervalo inspiratorio-espiratorio. Este área se ha podido lesionar concretamente en algunas estereotaxis experimentales (ESCOLAR CASTELLON *1967*, *1971*). Entonces

aunque no fueran ostensibles alteraciones del ritmo respiratorio, se trastorna la circulación pulmonar, presentándose estasis intersticial del pulmón e insuficiencia cardíaca derecha (cuya evolución puede ser aguda o crónica y cuyos datos de autopsia son evidentes).

El centro de circulación pulmonar aludido (CP), de formación reticular intermedia, más rostralmente, llega al diencéfalo y desde allá actúa en otras circulaciones locales. Su estudio crítico deberá hacerse más adelante. (Capítulo 59. Vías nerviosas vegetativas.)

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

SUBSTANCIA INTERCALAR MOTORA DEL TRONCO DE ENCÉFALO = CENTROS EXTRAPIRAMIDALES. *Formación reticular* = Substancia reticular =Parte integradora de actos motores vitales. Centros inspiratorios. Haces reticuloespinales. Centro espiratorio. Centro vasomotor. Centros facilitadores de la masticación. Centro deglutor = Centro del vómito. Centro de la succión. Centro apnéustico. Centro neumotáxico. Centro de presión general. Centro de circulación pulmonar.

CAPÍTULO 20

PARTE INTEGRADORA DE ACTOS MOTORES ESTÁTICO-POSTURALES. NÚCLEO ROJO. OLIVA BULBAR. NÚCLEO DE DEITERS. NÚCLEOS DEL PUENTE

En distintos niveles del tronco del encéfalo existen unos conglomerados neuronales que toman un aspecto nuclear definido, cuyo origen embrionario es común (fig. 111).

Todos ellos se originan de una masa neuronal que emigra lateralmente. Esta masa lateral se sitúa en la parte ancha del romboencéfalo y ha procedido de la placa basal.

Durante el desarrollo embrionario, la masa lateral envía emigraciones hacia atrás que contribuyen a formar el esbozo del cerebelo (Cblo) (fig. 112), órgano que rige los reflejos del equilibrio y de la postura. Pero al mismo tiempo, dicha masa lateral envía también emigraciones que forman núcleos del tronco del encéfalo. Estos núcleos, que constituyen la *parte estaticopostural o parte nuclear* de la substancia intercalar motora del tronco del encéfalo, se encargan de coordinar actos motores relacionados con las posturas y el equilibrio. Cuando el cerebelo madura los núcleos estaticoposturales del tronco del encéfalo quedan supeditados a aquél, que es el principal regulador de tales funciones.

NÚCLEO ROJO

De la primitiva masa lateral hay una emigración que, cruzando en parte la línea media, se dirige hacia arriba y ya en el mesencéfalo se concreta en un núcleo, muy vascularizado, a lo que debe su color rojizo y su nombre. Es el *núcleo rojo* (NR) (fig. 112), que empieza a funcionar incluso antes de que el individuo nazca.

El feto, para ocupar un mínimo espacio en el claustro materno, está flexionado, postura adoptada porque los músculos flexores están tonificados. Estas órdenes tonificadoras parten de los núcleos rojos y a través de sus axones descienden hasta los núcleos neuromusculares de las astas anteriores de la médula.

El conjunto de axones, que desde el núcleo rojo desciende a la médula, constituye el *haz rubroespinal* (RE), que es heterolateral en su mayor parte. El entrecruzamiento del haz de un lado con el del otro es muy alto y recibe el nombre de decusación rubroespinal (Forel).

El haz rubroespinal desciende por el cordón lateral de la médula en el área señalada como cefalicopostural, por delante del haz piramidal lateral y por fuera del haz reticular lateral.

Durante el período fetal, las elevaciones de tensión del anhídrido carbónico en sangre excitan al núcleo rojo y todavía no al centro inspiratorio, por tener una madura-

ción más lenta. Las elevaciones de la tensión de anhídrido carbónico determinan que el núcleo rojo funcione y que sus impulsos se descarguen por el haz rubroespinal.

Cuando al nacer se liga el cordón umbilical, la tensión de anhídrido carbónico aumenta bruscamente. En este momento es el centro inspiratorio ya maduro el que se excita, realizándose la primera inspiración y deshaciéndose la postura fetal de flexión, mantenida hasta entonces. De este modo, el núcleo rojo dejará de emitir impulsos bajo los influjos del anhídrido carbónico y cesa en su función de integración de la postura fetal. Pero quedará subordinado al cerebelo, del que recibe fibras; así continúa sirviendo a las funciones de adaptación postural refleja.

En el núcleo rojo hay que distinguir dos porciones diferentes, tanto desde el punto de vista estructural como filogénico.

Una de ellas está constituida por grandes neuronas. Es la porción magnocelular, que es la más antigua filogenéticamente. Por ello recibe el nombre de *paleorruber* y es de donde parte el haz rubroespinal. En el hombre tiene muy poco desarrollo.

La otra porción está formada por pequeñas neuronas. Es la porción parvocelular o *neorruber*, muy desarrollada en el hombre. Se sitúa por encima del paleorruber, y prolonga la sustancia reticular del tronco del encéfalo hacia el diencéfalo.

OLIVA BULBAR

Deshecha la postura fetal, el recién nacido adopta otras posturas en relación con el plano, en que ha de yacer. Son las posturas reflejas de los decúbitos, las cuales precisan centros reguladores que sean capaces de tonificar los músculos correspondientes. Como es de suponer, estos centros no actúan directamente sobre los músculos, sino a través de los núcleos neuromusculares.

Con este fin, una lámina neuronal, originada de la misma masa lateral de substancia intercalar motora que forma el núcleo rojo, emigra hacia abajo. La lámina se pliega muchísimo, sobre todo en su parte externa, con lo cual consigue ocupar menos espacio, y se constituye de este modo a cada lado un conjunto neuronal en forma de núcleo, que recibe el nombre de *núcleo olivar inferior* (OlI).

La parte laminar plegada es el núcleo olivar inferior. Por dentro y por detrás de aquélla, hay acúmulos neuronales difusos y no plegados, que forman parte del núcleo olivar, pero con los nombres de *núcleos olivares accesorios medial y dorsal*, respectivamente.

El núcleo olivar inferior contribuye a dar la configuración externa a la parte baja del tronco del encéfalo. Esta parte baja del romboencéfalo desde la médula, por debajo, hasta el límite superior del núcleo olivar, por arriba, se llama *bulbo*. El relieve que el núcleo olivar forma en la morfología externa del bulbo recibe el nombre de *oliva bulbar*.

El núcleo olivar elabora el impulso postural del decúbito del recién nacido. En primer lugar, aparece la postura refleja de los decúbitos laterales, bien sobre el lado derecho o bien sobre el izquierdo de aparición más tardía es la postura refleja del decúbito supino, regulada también por el núcleo olivar.

Las posturas de los decúbitos son muy diversas y ricas en matices; en el decúbito lateral predominan las actitudes flexulares, mientras que en el decúbito supino son dominantes las actitudes extensoras. Parece que la parte plegada del núcleo olivar, que es la externa, coordina la postura del decúbito lateral; el acúmulo neuronal interno (el núcleo olivar accesorio medial) rige las actitudes adoptadas en el decúbito supino.

Desde el núcleo olivar los impulsos descienden por sus axones, los cuales forman el *haz olivoespinal*, que transmite aquellos impulsos a los núcleos neuromusculares del asta anterior de la médula espinal.

Para que el núcleo olivar actúe, es preciso que a su vez reciba impulsos nerviosos. Una parte de estos impulsos nerviosos proceden de los estímulos captados por los correspondientes receptores cuando las zonas de la piel se ponen en contacto con la superficie sobre la que se yace en los distintos decúbitos. Los estímulos ascienden por los haces

anteriores, espinotalámicos anteriores, que a la altura del bulbo envían colaterales al núcleo olivar inferior. Estas colaterales, que son las *fibras espinoolivares* descritas por Cajal, informan al núcleo olivar en qué decúbito se yace, con lo que el núcleo actúa en consecuencia.

NÚCLEO DE DEITERS

Cuando el niño empieza a enderezarse y a mantenerse de pie, aproximadamente hacia el año, comienza a funcionar un núcleo cuya misión es regular los actos motores destinados a conservar el equilibrio.

Para guardar el equilibrio, el niño amplía la base de sustentación, lo que consigue separando los pies. Si pierde el equilibrio, se desencadenan una serie de actos motores reflejos, que tienden a recuperar el equilibrio perdido. Tales actos son coordinados por impulsos nerviosos que salen de un nuevo núcleo, que recibe el nombre de *núcleo vestibular o núcleo de Deiters* (Dei).

El núcleo vestibular lateral es el más externo de una serie de núcleos vestibulares, llamados así porque reciben *estímulos* del aparato vestibular (utrículo, sáculo y conductores semicirculares). El núcleo vestibular lateral procede de la placa basal y, por lo tanto, forma parte de la substancia intercalar motora; el resto de los núcleos vestibulares se originan en la placa alar, son sensibles y su estudio se hará más adelante.

Al acto motor reflejo que se desencadena con el fin de corregir el equilibrio perdido, lo denominamos *reacción de enderezamiento.* El núcleo vestibular lateral o de Deiters rige precisamente esta reacción de enderezamiento.

Se trata de movimientos de balanceo. La pérdida del equilibrio, por ejemplo, hacia el lado derecho, conduce a una extensión de la extremidad inferior de este lado para que actúe de fuerte apoyo que se oponga a la caída e impulse el cuerpo hacia la vertical. Con el mismo fin, el tronco se lateraliza y contrae hacia el lado contrario a la caída, con lo que se rebasa la línea ver-

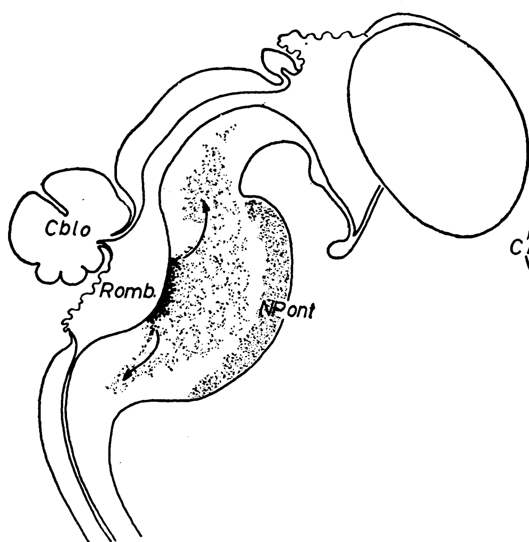


FIG. 111



FIG. 112

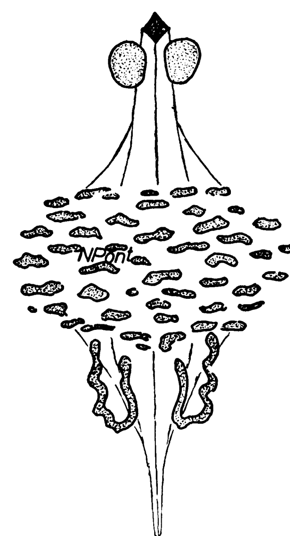


FIG. 113

FIGS. 111, 112 y 113. — La figura 111 muestra la emigración de los centros estaticoposturales (flechas) y de los núcleos pónticos (N Pont) desde su matriz a nivel de la zona de inflexión. La figura 112 muestra, de frente, los núcleos estaticoposturales y la yema cerebelosa en estado de desarrollo. La figura 113 muestra la disposición de los núcleos pónticos por delante de las formaciones indicadas en la figura precedente, para explicar la configuración de la protuberancia del adulto.

tical. La cabeza gira hacia el lado de la caída por contracción del músculo esternocleidomastoideo contralateral. Los ojos se desvían también hacia el lado de la caída. Así se establece la clásica reacción de enderezamiento.

Obsérvese que, antes de esta reacción, se contraen una serie de músculos para preparar la llamada postura de caída, desviando la cabeza de tal forma que el aparato laberíntico se encuentre en la situación más favorable de excitación que desencadene la reacción de enderezamiento, de signo opuesto. Las reacciones de enderezamiento se suceden como consecuencia de un desequilibrio, que se intenta salvar con una serie de oscilaciones amplias, que rebasan en uno y otro sentido la línea vertical sucesivamente.

Todos los actos que componen la reacción del enderezamiento, se pueden realizar porque los axones del núcleo vestibular lateral (Dei) envían impulsos a los núcleos neuromusculares correspondientes (fig. 112).

Hacia la médula, dichos axones forman el *haz vestibuloespinal*, también llamado Deiteroespinal, que se conexiona con los núcleos neuromusculares ipsilaterales de los músculos extensores de la extremidad inferior y con los contralaterales del tronco [1].

Los axones también han de llegar al núcleo del espinal del lado contrario, así como al núcleo del oculomotor externo (y al centro de la sinergia ocular lateral) del mismo lado. Los axones del núcleo vestibular lateral con destino a los núcleos del espinal y del oculomotor externo (y también al centro de la sinergia) no llegan por abajo hasta la médula. Estos axones forman parte de la llamada *cintilla longitudinal posterior*, cuyo estudio se completará más adelante.

NÚCLEOS DEL PUENTE

Los reflejos posturales de los decúbitos, la reacción de enderezamiento e, incluso, la antigua postural fetal, junto con otras posturas más complejas que se adquieren a lo largo de la vida postnatal, se regulan y armonizan bajo el control de centros nerviosos de mayor categoría.

Estos centros de armonía postural se forman durante el desarrollo embrionario de dos yemas laterales, que a modo de alas nacen en parte de las zonas inmediatas vecinas a los núcleos vestibulares laterales, y de otras zonas. A lo largo del desarrollo, las yemas laterales forman hacia atrás el cerebelo y hacia adelante los núcleos del puente.

Al control del cerebelo se subordinan los núcleos estaticoposturales del tronco del encéfalo. De este modo, el cerebelo se erige en el órgano que, por excelencia, regula las posturas tanto estáticas como dinámicas, y se explican así las conexiones que envía y recibe de los núcleos estaticoposturales estudiados.

Los NÚCLEOS DEL PUENTE (N Pont) (figura 113) se intercalan funcional y anatómicamente entre el substrato conscientevolitivo y el cerebelo. Del primero recibe fibras directas (fibras piramidales); en el cerebelo terminan los axones de los núcleos del puente.

Ello explica que todos aquellos actos que requieren un aprendizaje se relicen en un principio por órdenes voluntarias que llegan directamente a los núcleos neuromusculares (fibras piramidales). Precisamente, cuanto mayor sea la intervención consciente y voluntaria, como ocurre en el aprendizaje, los actos son más laboriosos. Después, el acto se desarrolla casi de un modo automático. Ejemplo de ello es la laboriosa torpeza del niño cuando comienza a andar (período de aprendizaje) y la soltura con que lo hace cuando la marcha se automatiza.

En este automatismo, que en definitiva regirá también el cerebelo, los núcleos del puente tienen la misión de imprimir las acciones que durante el aprendizaje tienen éxito, que posteriormente son las que más se repiten a medida que el acto motor se perfecciona. Esta impresión, esta huella f u n c i o n a l, es posible merced a las fi-

[1] Sobre los haces vestibulares eferentes demostrados por degeneración walleriana: LÓPEZ DE LA TORRE (1950).

bras piramidales que derivan a los núcleos del puente, los cuales, a través de sus axones, las reimprimen en el cerebelo.

Por ello, terminado el aprendizaje, la orden voluntaria evoca en los núcleos del puente la huella funcional, y se desencadena automáticamente el acto aprendido, que es regulado por el cerebelo. Una vez más, el campo conscientevolitivo relega su función a centros automáticos e interviene solamente para ordenar que comience, que finalice o que se modifique el acto motor, ya automatizado.

Los núcleos del puente tienen tanto mayor desarrollo cuanto más elevado es el animal en la escala zoológica. En las aves hay una representación de núcleos del puente, los cuales alcanzan un gran desarrollo en los mamíferos, desarrollo que es proporcional al tamaño que alcancen los hemisferios cerebrales y el cerebelo, entre los que están intercalados. El desarrollo de los núcleos del puente en los mamíferos está también relacionado con el período de aprendizaje, más o menos largo, según la especie animal a que están sometidas las crías durante su infancia.

Desde el punto de vista topográfico, los núcleos del puente se localizan en la parte ventral de la porción alta del romboencéfalo. Debido a ello, la porción alta del romboencéfalo adquiere una forma abultada, por lo que recibe el nombre de *protuberancia.* Esta se sitúa inmediatamente por encima de bulbo, el cual representa la porción baja del romboencéfalo. El romboencéfalo embrionario da lugar, por lo tanto, al bulbo y a la protuberancia, de los cuales el primero continúa a la médula espinal, mientras que la protuberancia, continuación ascendente del bulbo, se prolonga hacia arriba con el mesencéfalo. A su vez, el bulbo, la protuberancia y el mesencéfalo, constituyen el *tronco del encéfalo* del adulto.

Los axones que se originan en los núcleos del puente se dirigen, como ya se ha dicho, al cerebelo, pero desde cada lado. El conjunto de estos axones forma las *fibras transversales del puente* o fibras pontocerebelosas, que penetran en cada lado del cerebelo a través de los llamados *pedúnculos cerebelosos medios.* Resulta así que los núcleos del puente y sus fibras forman a modo de un puente, que descansa sobre el cerebelo por un pilar derecho y un pilar izquierdo (pedúnculos cerebelosos medios derechos e izquierdos, respectivamente). A esta disposición debe la protuberancia su otra denominación, la de *puente* (*puente de Variolo* en las nomenclaturas clásicas) y que a aquellos núcleos se les designe como núcleos del puente.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Parte integradora de reflejos estáticos posturales. Núcleo rojo. Oliva bulbar. Núcleos del puente. Haz rubroespinal. Núcleo olivar inferior. Núcleos olivares accesorios. Haz olivoespinal. *Núcleo vestibular lateral* = Núcleo de Deiters. Haz vestibuloespinal = Haz deiteroespinal. Cintilla longitudinal posterior. Puente de Varolio = Protuberancia.

CAPÍTULO 21

PARTE INTEGRADORA DE LOS REFLEJOS DE APRESTAMIENTO: TUBÉRCULOS CUADRIGÉMINOS Y PARTE TEGMENTAL DE LA SUBSTANCIA INTERCALAR MOTORA (CENTRO DE LAS SINERGIAS OCULARES)

La matriz motora del mesencéfalo origina masas neuronales, que quedan en la porción inmediatamente ventral del acueducto del mesencéfalo (Ac Mes) (figs. 116 y 117) en las proximidades de los núcleos neuromusculares oculomotores. Las masas neuronales tienen constitución semejante a la formación reticular, de la que forma parte, y su misión es la de coordinar los impulsos de los núcleos neuromusculares oculomotores. Como la porción inmediatamente ventral al acueducto del mesencéfalo recibe el nombre de *tegmento,* estas masas neuronales de formación reticular, coordinadoras de los movimientos conjugados de los globos oculares, constituyen la PARTE TEGMENTAL de la substancia intercalar motora, en la que es posible señalar, como veremos más adelante, distintos centros funcionales (centros de las sinergias oculares).

Hacia la porción dorsal del acueducto del mesencéfalo hay también emigraciones de masas neuronales (fig. 117), no solamente desde la matriz motora (Mot), sino también desde la matriz sensitiva (Sen). Estas emigraciones se disponen en forma de estratos grises que alternan con estratos blancos. En esta parte dorsal del mesencéfalo, los estratos originan un techo, llamado *lámina del techo,* en la que en la especie humana aparecen cuatro abultamientos denominados TUBÉRCULOS CUADRIGÉMINOS (o *colículos*), de los que hay dos superiores (TS) y dos inferiores (TI).

A partir de estímulos procedentes de vías sensitivas, fundamentalmente visuales y acústicas, los tubérculos cuadrigéminos y los centros de la parte tegmental integran actos motores reflejos, que llamamos *reflejos de apestamiento,* porque preparan al organismo, le *aprestan,* para que actúe de acuerdo y totalmente adaptado al estímulo recibido.

Por ejemplo, ante un estímulo que se mueve en el campo visual, los ojos e incluso la cabeza siguen la trayectoria del objeto móvil de un modo automático y sin intervención de la voluntad (*reflejos oculogiros y cefalogiros*). En cierto modo, estos movimientos son *posturas de alerta*; el organismo, de un modo más o menos inconsciente, se prepara para lo que pueda ocurrir. Si el objeto móvil es, por ejemplo, una piedra lanzada hacia nosotros, obsérvese que casi de un modo instantáneo se desencadena el reflejo oculogiro y de inmediato otros movimientos de defensa; entre éstos tenemos desde el simple cierre de los ojos

hasta movimientos tales como la colocación de los miembros superiores en posición de protección, apartamiento de la cabeza (reflejo cefalogiro) y del tronco de la trayectoria de la piedra e, incluso, movimientos de franca huida.

Algo parecido ocurre con los estímulos acústicos. Los ojos y la cabeza se mueven hacia el sitio de donde procede un determinado ruido, que pueda impresionarnos. Si el ruido es brusco, la mirada y todo el cuerpo quedan momentáneamente fijos, en *actitud de acecho*, que es la preparatoria a todos los movimientos y actos, conscientes en mayor o menor grado, que después se desencadenan.

Los estímulos visuales y acústicos llegan, respectivamente, a los tubérculos cuadrigéminos superiores e inferiores. Concretamente llegan a los estratos grises más superficiales. Estas corrientes sensitivas se integran más en profundidad, bien en los estratos profundos de los tubérculos o bien en los centros de la parte tegmental.

Tanto la actitud de alerta como la de acecho requieren una actividad orientadora de los globos oculares (reflejos oculogiros) y, por lo tanto, que se ejerzan influencias coordinadas sobre los núcleos oculomotores.

Precisamente, en los núcleos neuromusculares oculomotores hay zonas bien definidas que se encargan de inervar a un determinado músculo extrínseco del globo ocular.

Ello no ofrece dificultad, ni para el *núcleo del oculomotor externo* ni para el *núcleo del patético*, cuyos axones inervan, respectivamente, a los músculos recto externo y oblicuo superior.

No es tan fácil en el caso del *núcleo del oculomotor común*, el cual inerva al resto de los músculos extrínsecos del globo ocular. Aunque las investigaciones de distintos autores no son concordantes al señalar las distintas zonas o grupos neuronales del núcleo en relación con cada uno de los músculos que inervan; refirámonos a uno de los patrones más admitidos (fig. 117). Obsérvese que en el núcleo oculomotor común (OMC), y de arriba abajo, es posible señalar los siguientes grupos o zonas neuronales: 1.° Para el *músculo elevador del párpado superior*. 2.° Para el *músculo recto superior*. 3.° Para el *músculo recto interno*. 4.° Para el *músculo recto inferior*. 5.° Para el *músculo oblicuo inferior*.

Por otra parte, recuérdese que inmediatamente por encima del núcleo oculomotor común se sitúa el *núcleo ciliar* (Cil) parasimpático (núcleo de Edinger-Westphal), cuyos axones, en definitiva, llegan a músculos intrínsecos del globo ocular (musculatura lisa), tales como el músculo esfínter de la pupila, responsable de la miosis, y el músculo ciliar, cuya contracción relaja al cristalino y aumenta su poder refringente.

Casi todos los centros nerviosos coordinadores de la orientación de los globos oculares son acúmulos neuronales de la parte tegmental de la substancia intercalar motora y reciben el nombre de CENTROS DE LAS SINERGIAS OCULARES o *centros conjugados de la visión*. Podemos señalar los siguientes:

1.° *Centro de la acomodación* (Ac). — La acomodación de los globos oculares hacia el objeto que se mira requiere la *convergencia* de ambos globos oculares por contracción simultánea de los músculos rectos internos del globo ocular derecho y del izquierdo, y el *enfoque*. Esto se consigue por medio del abombamiento del cristalino, con lo que aumenta su poder refringente (contracción del músculo ciliar) y por la miosis (contracción del músculo esfínter de la pupila).

El centro de la acomodación ha de enviar impulsos a la zona del músculo recto interno del núcleo del oculomotor común y al núcleo ciliar parasimpático. El centro de la acomodación se sitúa entre los núcleos oculomotores de ambos lados, por lo que resulta que éstos están unidos en su parte media.

El centro de la acomodación se llama también *núcleo medial de Perlia*. Es impar y está constituido por neuronas de menor tamaño que las del núcleo oculomotor común.

2.° *Centros del paralelismo ascendente* (As). — La mirada hacia arriba es originada por la contracción simultánea de los músculos elevador del párpado superior y recto superior de ambos globos oculares. El centro del paralelismo ascendente actúa simultáneamente sobre las

zonas de los núcleos oculomotores comunes que inervan a aquellos músculos.

3.° *Centro de la depresión ocular.* — En el estado de agotamiento (Ag) o sueño, los globos oculares se dirigen hacia arriba por contracción del músculo recto superior de ambos lados, pero no hay contracción de los músculos elevadores del párpado. Este centro envía impulsos a la zona de los núcleos oculomotores comunes que inervan a los músculos rectos superiores.

Es probable que el centro de la depresión ocular esté representado por un doble núcleo, situado en el punto de encrucijada entre el mesencéfalo y el diencéfalo y muy cerca de la parte lateral del acueducto del mesencéfalo, en donde éste se abre al tercer ventrículo. Está representado por el *núcleo comisural* (*o núcleo de Darkschewitsch*) y por el *núcleo intersticial*, que están unidos, pero de los cuales el primero es el interno. De ambos parten axones que integran el fascículo longitudinal medial, que lleva fibras a los núcleos oculomotores.

4.° *Centro del paralelismo descendente* (Des). — Es el determinante de la mirada hacia abajo, originada por la contracción de los músculos rectos inferiores, por lo que han de enviar impulsos a las zonas de los núcleos oculomotores que inervan a estos músculos. Se sitúa en la proximidad de tales zonas.

5.° *Centro del paralelismo lateral* (Lat). — La mirada hacia los lados es causada por la contracción simultánea del músculo recto externo de un globo ocular y el músculo recto interno del otro. El centro, que se sitúa en las proximidades del núcleo del oculomotor externo (OME), envía influjos a éste y a la zona media del oculomotor común (OMC).

6.° *Centro de la fijación ocular* (Fij). — Tal centro actúa fundamentalmente sobre los núcleos y zonas neuronales que inervan a los músculos oblicuos superiores (núcleo del patético [Pt]) y los obli-

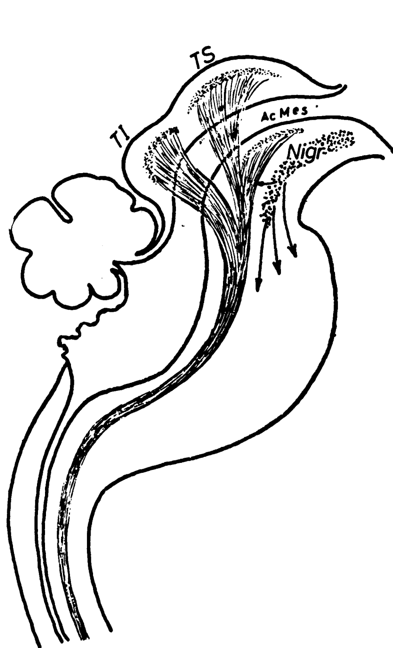


Fig. 116

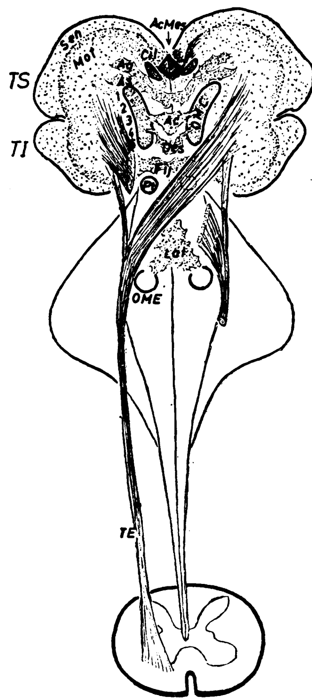


Fig. 117

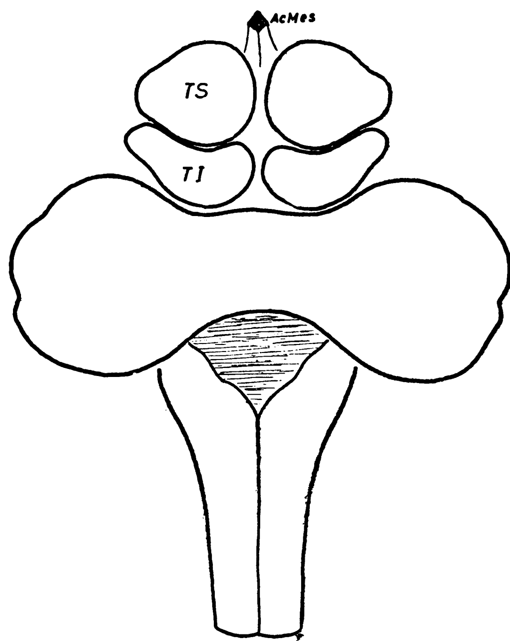


Fig. 118

Figs. 116, 117 y 118. — Los centros reflejos de aprestamiento, como son los tubérculos cuadrigéminos y el tegmento, están presentados lateralmente junto a la vía descendente tectoespinal que emiten. Nótese la situación de la substancia negra (Nigr). La figura 117 ofrece una visión de los tectos y tegmento por delante. Véase la figura 118 mostrando la visión posterior de los tubérculos cuadrigéminos rebasando sobre el cerebelo.

cuos inferiores de ambos ojos, con lo que establece una fijación y rigidez oculares propias de la actitud de acecho.

Los centros de los paralelismos conectan también con el centro de la acomodación, pues ésta debe de producirse en cualquier posición que guarden los ojos, incluso en el del paralelismo lateral.

De todos los centros de las sinergias oculares parten axones que acaban en los núcleos oculomotores correspondientes. Estos axones contribuyen a formar un haz que recibe el nombre de *cintilla longitudinal posterior* (también llamado en la actual nómina fascículo longitudinal medial).

La cintilla longitudinal posterior es una vía que no suele sobrepasar los límites del tronco del encéfalo. La integran axones de origen muy diverso, que hacen sinapsis en los núcleos neuromusculares del tronco del encéfalo. Está constituida, por lo que hasta ahora sabemos, por los axones de los centros de las sinergias oculares y por los del núcleo vestibular lateral. A lo largo del estudio del Sistema Nervioso Central veremos que nuevos axones contribuyen a formar tal cintilla, cuya situación es medial y posterior.

Los impulsos de los centros de las sinergias oculares se desencadenan ante estímulos visuales. Éstos caminan por las vías ópticas y llegan a los estratos superficiales (estratos sensitivos) de los TUBÉRCULOS CUADRIGÉMINOS SUPERIORES, desde donde pasan a los estratos profundos y a los centros de las sinergias oculares.

En los tubérculos cuadrigéminos superiores se dispone una topografía de las terminaciones sensitivas ópticas. Estudios experimentales demuestran que la aplicación de estímulos a microelectrodos situados en distintas zonas de la corteza de los tubérculos cuadrigéminos producen desviaciones de los globos oculares distintas según la zona estimulada.

La respuesta ante el estímulo visual no sólo corresponde a los globos oculares (reflejos oculogiros), sino que el objeto es seguido incluso con la cabeza y el cuello (reflejos cefalogiros) y, a veces, con el movimiento de todo el cuerpo. Por lo tanto, desde el tubérculo cuadrigémino superior ha de descender una vía, el *haz tectoespinal* (TE), que lleva impulsos de seguimiento ante el estímulo visual, no solamente a los núcleos de las sinergias oculares, núcleos neuromusculares oculomotores y el espinal en el tronco del encéfalo (fibras tectomesencefálicas, tectoprotuberanciales y tectobulbares), sino también a los núcleos neuromusculares de la médula espinal[1].

Los estímulos acústicos llegan a los estratos superficiales de los TUBÉRCULOS CUADRIGÉMINOS INFERIORES, desde donde pasan a los estratos profundos. Éstos se concretan en una masa nuclear, el *núcleo del tubérculo cuadrigémino inferior*[2], en donde puede localizarse el centro de la fijación ocular, propia de la actitud de acecho. Pero además de la fijación ocular, la actitud de acecho corresponde a una actitud general de todo el cuerpo, en que la musculatura está en tensión, ni enderezada ni flexionada, y dispuesta para que a continuación se realice un acto de ataque o de huida. Es probable, aunque no está admitido por todos los investigadores, que también desde los tubérculos cuadrigéminos inferiores partan axones que integren el haz tectoespinal, con el fin de impulsar los núcleos neuromusculares de los músculos correspondientes.

El *haz tectoespinal*, procedente bien únicamente de los tubérculos cuadrigéminos superiores o bien de éstos y de los inferiores, desciende por el tronco del encéfalo y ha de llegar a la médula espinal, por donde camina según situación que ha sido precisada en capítulos precedentes. El haz tectoespinal es cruzado; la decusación *(decusación de Meynert)* se realiza en el tegmento mesencefálico y es dorsal con res-

---

[1] Sobre el rastro del haz tectoespinal demarcado por degeneración walleriana desde el tubérculo cuadrigémino superior: GARRIDO (1953) y GONZÁLEZ-VIDA (1956).

[2] Sobre el rastro del haz tectoespinal demarcado por degeneración walleriana desde el tubérculo cuadrigémino inferior: MARTÍNEZ OÑA (1952).

pecto a la decusación del haz rubroespinal (decusación de Forel).

En los vertebrados inferiores, los tubérculos cuadrigéminos están muy desarrollados en relación al resto del S. N. C. En estos animales, los reflejos de aprestamiento (actitudes de alerta y acecho) tienen gran importancia en su defensa contra el medio ambiente, como preparatorios para la huida o el ataque, que aseguran su supervivencia. En muchas especies de vertebrados inferiores existen tan solo dos tubérculos, en vez de cuatro, siendo de gran tamaño, y reciben el nombre de *lóbulos o techos ópticos*, porque están en relación fundamentalmente con vías procedentes de la retina [3].

Es lógico pensar que los reflejos de aprestamiento se desencadenan por otros estímulos, aparte de los visuales y de los acústicos. Entre ellos cabe destacar los estímulos táctiles y los olfativos. Estos últimos han de alcanzar de algún modo a los tubérculos cuadrigéminos, pues una de las actitudes de acecho más características es la del perro de caza en su típica *posición de muestra*, según el *argot* de los cazadores, cuando olfatean a la presa. En cuanto a estímulos táctiles como desencadenantes de reflejos de aprestamiento, hay que saber que al igual que se admiten derivaciones del haz acústico central hacia los tubérculos cuadrigéminos inferiores, también se afirma que éstos reciben colaterales de los haces espinotalámicos anteriores (haces anteriores ascendentes de la médula).

El haz acústico central, después de dar las colaterales a los tubérculos cuadrigéminos inferiores, se dirigen hacia el núcleo geniculado medial, siguiendo un camino lateralizado con respecto a aquellos tubérculos. Este camino hace relieve en la periferia del dorso del mesencéfalo, y a tal relieve se le da el nombre de *brazo del tubérculo cuadrigémino inferior* (o brazo conjuntival inferior).

Las fibras retinianas llegan al tubérculo cuadrigémino superior reunidas en un manojo que origina también un relieve alargado, el *brazo del tubérculo cuadrigémino superior* (o brazo conjuntival superior), extendiendo entre este tubérculo y el núcleo geniculado lateral.

Por ambos brazos conjuntivales caminan fibras procedentes de la corteza cerebral.

Todos los centros estudiados en este capítulo, tales como los reticulares que integran actos vegetativos (centro respiratorio, de la masticación, de la deglución, etc.), los estaticoposturales (núcleos rojo, olivar inferior y vestibular lateral), los de los reflejos de aprestamiento (centros de las sinergias oculares y tubérculos cuadrigéminos) funcionan automáticamente, con independencia de la voluntad. Todos ellos reciben el clásico nombre de CENTROS EXTRAPIRAMIDALES.

El complejo funcionalismo de cada uno de estos centros nerviosos debe de ser integrado armónicamente, lo que realiza un centro también extrapiramidal, que a modo de lámina, y a cada lado, se extiende por toda la altura del mesencéfalo, inmediatamente por delante del tegmento. Este centro recibe el nombre de SUBSTANCIA NEGRA [4].

La substancia negra (Nigr) (fig. 116) es capaz de armonizar la función conjunta de los centros extrapiramidales, creando corrientes de inhibición (flechas) hacia aquellos centros que deban relajarse en un acto funcional determinado. Estas corrientes de inhibición se realizan a base de descargas, pero no con la frecuencia habitual de 10 a 20 ciclos por segundo, que corresponde a las descargas bioeléctricas clásicas, sino con una frecuencia mucho mayor, pasando de 40 y 50 ciclos.

Aunque el mecanismo íntimo de la inhibición no se conoce todavía, la alta frecuencia de las descargas se relaciona con la abundancia de melanina, que en este caso impregna las neuronas de la substancia negra y que, de una manera parecida a como ocurre en la retina, capacita a esta zona para la emisión de descargas de alta frecuencia.

La sustancia negra, actuando de inhibidor o moderador en todo el concierto extrapiramidal, regula el tono general. La destrucción experimental de la substancia negra hace perder esa inhibición que armoniza, con lo cual las musculaturas quedan rígidas y el animal adopta la clásica *rigidez parkinsoniana* que tiene una cierta relación con las enfermedades parkinsonianas.

Los núcleos del puente y la substancia negra

---

3 Sobre la organización de los techos ópticos en vertebrados inferiores: HERRICK (1925).

4 Sobre las conexiones de la substancia negra por degeneración walleriana: JIMÉNEZ HURTADO (1953). La substancia negra expresa una histoquímica en relación con su papel funcional ya denotada desde hace tiempo (SPATZ, 1922 y 1934).

ofrecen, pues, un matiz algo superior al resto de los centros extrapiramidales de substancia intercalar motora. Además, reciben fibras piramidales y por eso se les denominan *centros metapiramidales.*

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Parte integradora de los reflejos de aprestamiento = Tubérculos cuadrigéminos + Tegmento = Colículos + Centros de las sinergias oculares. Reflejos posturales de alerta. Reflejos oculogiros y cefalogiros. Actitud de acecho. Centro de la acomodación = Núcleo de Perlia. Centro del paralelismo visual ascendente. Centro de la depresión ocular = Núcleo comisural = Núcleo de Darkschewitsch = Núcleo intersticial de Cajal. Cintilla longitudinal posterior. Tubérculos cuadrigéminos superiores. Tubérculos cuadrigéminos inferiores. Haz tectoespinal. Decusación de Meynert. SUBSTANCIA NEGRA = CENTROS METAPIRAMIDALES.

CAPÍTULO 22

VÍAS PIRAMIDALES A NIVEL DEL TRONCO DEL ENCÉFALO

Las órdenes conscientes para realizar un acto motor voluntario descienden por largos axones, que se originan en una determinada zona de la corteza del telencéfalo (*área 4* de los hemisferios cerebrales). Estos axones constituyen las VÍAS PIRAMIDALES (figs. 119, 120 y 121). El camino que siguen hasta llegar al tronco del encéfalo será estudiado más adelante.

Las vías piramidales, al llegar al mesencéfalo, pasan inmediatamente por delante de la substancia negra (Nigr), y contribuyen a formar en la parte ventral del mesencéfalo los llamados *pedúnculos cerebrales*, cuya base o pie ocupan.

Desde el mesencéfalo descienden a la protuberancia, en la que las vías piramidales tienen que sortear una serie de obstáculos (núcleos del puente y sus fibras), por lo que el compacto haz que proviene de los pedúnculos cerebrales se desfleca.

Más abajo, en el bulbo, de nuevo se reúnen las fibras piramidales y constituyen un manojo compacto, que desciende por la parte anterior y junto a la línea media. Este manojo es el que contribuye a formar en la configuración externa del bulbo una cinta, llamada *pirámide*, situada por dentro de la oliva.

En el bulbo hay menor cantidad de fibras piramidales que a nivel del mesencéfalo, pues parte de ellas terminaron en los núcleos del puente.

En todos estos niveles del tronco del encéfalo (mesencéfalo, protuberancia y bulbo), la vía piramidal es homolateral; por el lado derecho descienden los axones piramidales procedentes del hemisferio cerebral derecho, y por el izquierdo los del hemisferio izquierdo.

Pero en la parte baja del bulbo, un gran contingente de fibras piramidales han cruzado la línea media y pasado al lado opuesto. Este entrecruzamiento, que recibe el nombre de *decusación de las pirámides*, marca el límite de separación entre bulbo y médula espinal.

Las fibras cruzadas pasan al lado opuesto y descienden por el cordón lateral de la médula, en donde forman el *haz piramidal lateral* (Pir L) (o *haz corticoespinal lateral*).

Las fibras, que no han pasado la línea media a nivel de la decusación, descienden mediales (PirM) por el cordón anterior de la médula como *haz piramidal anterior* (*o haz corticoespinal anterior*).

Las fibras piramidales terminan en los núcleos neuromusculares de la médula espinal, de tal forma que en sus niveles inferiores ambos haces piramidales son muy pobres en fibras porque han ido terminando en las partes superiores. La orden motora voluntaria conecta directamente con la *vía terminal*, que está constituida por las neuronas de las astas anteriores y sus axones.

Actualmente se admite que fibras de los haces piramidales terminan en la substancia intercalar motora de las astas anteriores, la cual, a su vez, conectaría con la vía terminal. De todos modos, la orden voluntaria que desciende por la vía piramidal no debe pasar por muchas sinapsis, pues de lo contrario la corriente se entretiene, se automatiza y pierde el matiz voluntario inicial.

De lo expuesto anteriormente podría deducirse que el haz piramidal lateral lleva exclusivamente fibras del hemisferio cerebral del lado opuesto, es decir: es un haz totalmente cruzado. En contraste, el haz piramidal anterior es un haz directo.

Esto es cierto tan sólo en parte, pues en el caso del haz piramidal anterior, si bien no hay decusación a nivel del bulbo, las fibras se cruzan a nivel de la médula en el momento en que terminan, aunque gran contingente de fibras de este haz anterior termina directamente. En términos generales, se puede afirmar que la mitad de las fibras del haz piramidal anterior son cruzadas y la otra mitad acaban directamente. Por otra parte, el mayor contingente de fibras del haz piramidal lateral es cruzado, pero hay una pequeña cantidad de las mismas que no se decusan en el bulbo y que descienden directamente por el haz piramidal lateral del mismo lado.

De ello resulta que casi todos los músculos del tronco y extremidades de un lado reciben órdenes voluntarias por las vías piramidales de ambos.

A este propósito, debe saberse que las vías piramidales que llevan órdenes a los músculos del tronco y de la raíz de los miembros son los haces piramidales anteriores, mitad cruzados y mitad directos, y que, por lo tanto, contribuyen por igual, las vías piramidales de ambos lados.

Las órdenes voluntarias con destino a los músculos del brazo y antebrazo y a los de la extremidad inferior, descienden por el haz piramidal lateral, cuyo máximo contingente de fibras son cruzadas, pero también reciben algunas fibras que no se han cruzado y que descienden por el haz piramidal lateral de su mismo lado.

Por último, tan sólo los músculos de la mano. los que realizan los finos movimientos de manipu-

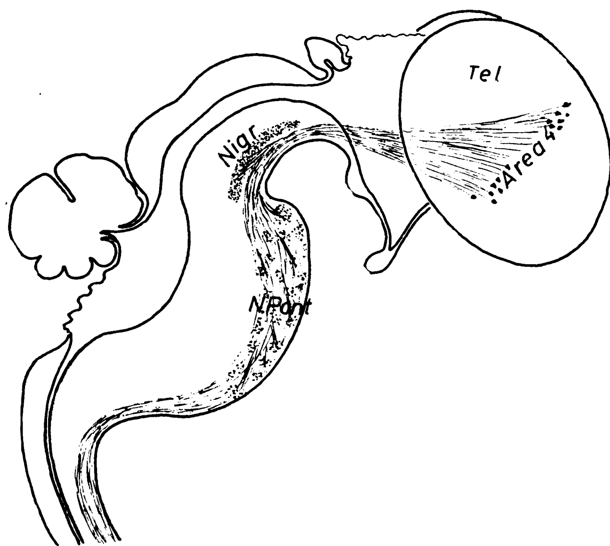


FIG. 119

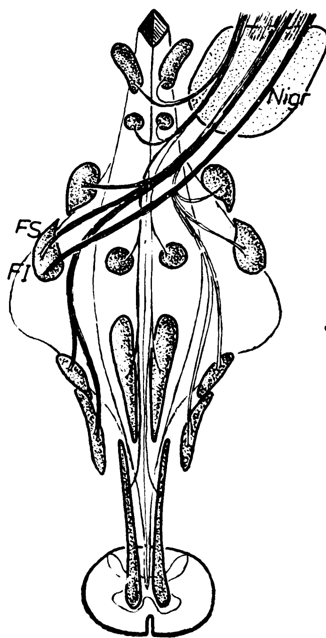


FIG. 120

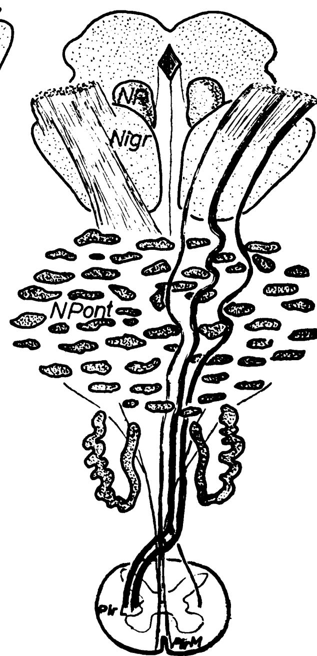


FIG. 121

FIGS. 119, 120 y 121. — Demostrando el paso de las vías piramidales a lo largo del tronco encefálico. En la figura 119 se ve una representación lateral de las vías piramidales en desarrollo. En la figura 120 se ve la terminación troncoencefálica de las vías piramidales dispuestas en tres tractos fundamentales diferentes. En la figura 121, los tres tractos de vías piramidales se prolongan a lo largo de la médula espinal.

lación y requieren un constante control de la voluntad, reciben sus órdenes por el haz piramidal lateral, pero por fibras exclusivamente cruzadas. Esto tiene gran importancia para comprender las consecuencias de lesiones en la vía piramidal.

Junto con las fibras piramidales que acaban en las astas anteriores de la médula espinal (haces corticoespinales), por el tronco del encéfalo descienden fibras que terminan en sus núcleos neuromusculares. Estas fibras constituyen el *haz corticonuclear* (llamado *haz geniculado* en la nomenclatura clásica), el cual, a nivel del pie del pedúnculo cerebral, está situado inmediatamente por dentro de los haces corticoespinales.

Las fibras del haz corticonuclear, que forma parte de la vía piramidal, cruzan la línea media en distintos niveles del tronco del encéfalo, para terminar o bien en los núcleos neuromusculares o en los centros de formación reticular que coordinan distintos actos (centros de la masticación, deglución, fonación, etc.).

Al igual que ocurre con los haces corticoespinales, parece que no todas las fibras del haz corticonuclear son cruzadas; algunas de ellas, muy pocas, terminan en los núcleos homolaterales, por lo que resulta que cada núcleo neuromuscular del tronco del encéfalo recibe fibras piramidales de ambos lados, aunque el mayor contingente sea heterolateral. Tan solo la zona neuronal del núcleo del facial, que inerva a los músculos del labio inferior, recibe fibras piramidales exclusivamente del lado opuesto.

Con destino también a una parte de los núcleos neuromusculares del tronco del encéfalo existen fibras piramidales que no caminan con el resto de las vías piramidales. Forman el *haz (o haces) piramidal aberrante*, que termina fundamentalmente en los núcleos oculomotores y del espinal (vías terminales para los reflejos oculogiros y cefalogiros) o en los centros de las sinergias oculares.

Las vías piramidales (haces corticonuclear y corticoespinales) ocupan una gran zona media de los pies de los pedúnculos cerebrales. En ambos extremos del pie peduncular se localizan fibras que proceden de la corteza cerebral, pero no del área motora (área 4) de origen de la vía piramidal, sino de los lóbulos temporal y frontal de los hemisferios cerebrales (que estudiaremos en capítulos siguientes) y que terminan en los núcleos del puente. Son los *haces temporopónticos* y *frontopónticos*, que descienden por las zonas externa e interna, respectivamente, del pie de los pedúnculos cerebrales.

En la actualidad se describen colaterales de los haces corticoespinales que acaban también en los núcleos del puente.

LESIONES DE LA VÍA PIRAMIDAL

La lesión unilateral de la vía piramidal a cualquier nivel del tronco del encéfalo origina la parálisis de los músculos de la mitad contralateral del cuerpo.

Por ejemplo, la lesión del pie del pedúnculo cerebral derecho determina la parálisis de los miembros superior e inferior izquierdos (*hemiplejía contralateral*) por sección real o funcional de los haces corticoespinales. Es lógico pensar que la lesión afecte también al haz corticonuclear, con la consecuente parálisis de los músculos dependientes de los núcleos neuromusculares del tronco del encéfalo. Precisamente la exploración funcional de los sistemas neuromusculares de la cabeza y cuello en aquellos pacientes con hemiplejía permite al clínico diagnosticar si la lesión está en el tronco del encéfalo y en qué nivel del mismo (mesencefálico, protuberancial o bulbar) se localiza.

Cualquier lesión unilateral del tronco del encéfalo secciona los haces corticoespinales por encima de su decusación, por lo cual la hemiplejía es contralateral. Pero tal lesión puede afectar al haz corticonuclear después de su decusación o bien puede afectar al núcleo neuromuscular y sus axones del mismo lado. A ello se debe que con mucha frecuencia la hemiplejía contralateral (parálisis de los miembros del lado contrario) se combine con la parálisis homolateral de uno o varios sistemas neuromusculares de la cabeza y cuello. Esta combinación recibe en términos generales el nombre de *hemiplejía alternada*.

Otro hecho interesante, cuya explicación requiere el conocimiento anatómico de las vías piramidales, es la recuperación de la parálisis que experimentan los pacientes con lesiones de estas vías.

Como ejemplo puede servir el ya citado de lesión unilateral del pie del pedúnculo cerebral derecho. En una primera fase existe hemiplejía contralateral y parálisis de los sistemas neuromusculares de la cabeza y cuello. Al transcurrir el tiempo, habrá posibilidades de recuperación, sobre todo de los músculos que reciben órdenes a través de las vías piramidales izquierdas, que en el ejemplo citado están indemnes. Así, los músculos extensores dependientes del haz piramidal anterior, mitad directo y mitad cruzado, se recuperan rápidamente, al igual que los de la raíz del miembro, y los músculos de los movimientos del globo ocular. Puede haber posibilidades de recuperación, aunque no total, sino con un gran déficit funcional, de aquellos músculos que dependen del haz piramidal lateral, pero que también reciben impulsos por el pequeño contingente de fibras de este haz que no han cruzado, y que, por lo tanto, descienden por el lado izquierdo indemne. Es el caso de los músculos de la extremidad inferior, del brazo y del antebrazo e incluso de los núcleos neuromusculares del tronco del encéfalo (con excepción de los músculos del labio inferior dependientes del núcleo del facial). Los músculos que jamás se recuperan son, en este ejemplo, los de la mano izquierda, cuya inervación es exclusivamente heterolateral, y los de la mitad izquierda del labio inferior, también exclusivamente cruzados.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

VÍAS PIRAMIDALES a nivel del tronco encefálico. Pies pedunculares. Pirámide bulbar. Decusación de las pirámidse. *Haz piramidal lateral. Haz piramidal media* = Haz piramidal anterior. Haz córtico nuclear = Haz geniculado. HACES TEMPORO-PÓNTICOS Y FRONTO-PÓNTICOS.

CAPÍTULO 23

ORGANIZACIÓN SENSITIVA DEL TRONCO DEL ENCÉFALO: RECUERDO EMBRIONARIO. RAÍCES AFERENTES. REFLEJOS DE CARÁCTER METAMÉRICOS

RECUERDO EMBRIONARIO Y RAÍCES AFERENTES

En capítulos anteriores han sido estudiados los núcleos neuromusculares del tronco del encéfalo, cuyos axones constituyen las fibras motoras somáticas que inervan a músculos estriados. También han sido estudiados los núcleos parasimpáticos, cuyos axones llevan impulsos nerviosos aferentes hacia músculos lisos y glándulas, y que van juntamente con los axones procedentes de algunos músculos neuromusculares.

Con gran parte de fibras motoras, tanto somáticas como parasimpáticas, caminan también fibras sensitivas, que contribuyen a integrar la complejidad de los *nervios craneales*.

Las fibras sensitivas transmiten al tronco del encéfalo corrientes aferentes originadas en receptores, bien cutáneos o bien mucosos, localizados fundamentalmente en cabeza y cuello.

Por ello, acudamos una vez más al esquema embrionario clásico (fig. 122) cuando ha aparecido la frente, el mamelón maxilar que cierra lateralmente la primitiva boca embrionaria, y el arco mandibular formando la mandíbula.

En los territorios cutáneos y mucosos de estas tres partes (frente, yema maxilar y mandíbula) hay receptores, que se encargan de transmitir al tronco del encéfalo corrientes nerviosas, semejantes a las que caminan por las raíces posteriores de la médula espinal; se trata de sensibilidades dolorosas, táctiles, etc., que se captan en aquellos receptores.

Las fibras sensitivas procedentes de la frente, globo ocular y parte de las fosas nasales constituyen la primera rama del trigémino o *nervio oftálmico* (Of).

Las fibras que recogen la sensibilidad del mamelón maxilar forman la segunda rama del trigémino o *nervio maxilar* (Mx).

Las fibras del arco mandibular forman la tercera rama del trigémino o *nervio mandibular* (Mn).

Las zonas neuronales de estos tres nervios (oftálmico, maxilar y mandibular) se reúnen y forman un ganglio, el *ganglio del trigémino* (Trg) (o ganglio de Gasser). Las fibras centrales o postganglionares forman el *nervio trigémino*, que llega al tronco del encéfalo, a nivel de la protuberancia.

La porción sensitiva de la tercera rama del trigémino se compenetra con una parte motora que es el *nervio masticador*. Por lo tanto, la tercera rama del trigémino es mixta.

El nervio motor del *segundo arco branquiógeno* es el *nervio facial*. Las

fibras sensitivas de este segundo arco transmiten hacia el tronco del encéfalo una sensibilidad especial, la sensibilidad gustativa, que camina por lo que hemos llamado *nervios supratimpánico* e *infratimpánico*, cuyos receptores están situados, respectivamente, en el velo del paladar y en las papilas caliciformes de la lengua. Los somas neuronales se encuentran en el *ganglio geniculado*, cuyas fibras postganglionares constituyen el *nervio intermedio* gustativo (Gus), que se adosa al nervio facial y que, junto a éste, se describe como séptimo par craneal.

Con el nevio motor del tercer arco branquiógeno o *nervio faríngeo motor* (rama motora del glosofaríngeo) van las fibras sensitivas del *tercer arco*, las cuales se inician en receptores de la mucosa faríngea por detrás de la V lingual. Es el *nervio faríngeo sensitivo* (Far) (porción sensitiva del glosofaríngeo).

El nervio motor del *cuarto arco branquiógeno* es el *nervio laríngeo motor* (representado fundamentalmente por el nervio laríngeo inferior o recurrente, rama del neumogástrico), que camina unido en parte al nervio sensitivo de este cuarto arco. Como este nervio recoge los estímulos de la mucosa laríngea, es el *nervio laríngeo sensitivo* (Lar) (representado fundamentalmente por el nervio laríngeo superior, rama del neumogástrico).

Además de estos nervios sensitivos de los arcos branquiógenos, que en cierto modo pueden considerarse como metaméricos, al tronco del encéfalo llegan corrientes sensitivas procedentes del sentido estatoacústico. Es el *nervio estatoacústico* (u octavo par, también llamado en nomenclatura moderna nervio vestibulococlear).

Los nervios faríngeo y laríngeo sensitivos y estatoacústicos tienen sus somas neuronales concentrados en sendos ganglios.

El tronco del encéfalo recibe también corrientes viscerosensitivas. En relación con esto hay que saber que en el *seno carotídeo* (Car) (situado en la bifurcación de la carótida primitiva) y en el cayado de la aorta (Ao), existen terminaciones nerviosas que se estimulan cuando la presión sanguínea aumenta. Estas fibras nerviosas, que llevan impulsos de presión, se incorporan a los nervios glosofaríngeo (GF) y neumogástrico (NG), según que procedan del seno carotídeo o del cayado aórtico, respectivamente. A este fin, en íntimo contacto con el seno carotídeo y con el cayado de la aorta, están el *cuerpo carotídeo* y el *cuerpo aórtico*. Ambos son pequeños corpúsculos con capilares muy tortuosos. En estos cuerpos existen quimiorreceptores que se estimulan en los estados de anoxia, o sea, cuando aumenta la tensión del anhídrido carbónico. De estos quimiorreceptores parten fibras sensitivas que se incorporan también al nervio glosofaríngeo (las del cuerpo carotídeo) y al nervio neumogástrico (las del cuerpo aórtico). A los quimioceptores indicados se agrupan hoy día redes difusas perialveolares (Alv) que recogen aquí el estado de tensión sanguínea y del carbónico alveolar, estableciendo una corriente nerviosa sensible que también se canaliza por el nervio neumogástrico.

REFLEJOS DE CARÁCTER METAMÉRICO

Las corrientes sensitivas, al llegar al tronco del encéfalo, originan una serie de reflejos, algunos con cierto matiz metamérico. Sin embargo, la metamería se ha enmascarado en el tronco del encéfalo; sólo su parte inferior, vecina a la médula, esboza tal disposición. Por ello, las fibras sensitivas de los nervios de los arcos branquiales, que representan los metámeros del tronco del encéfalo, han de llegar a su parte baja.

Así, las fibras gustativas (Gus) (fig. 123), faríngeas (GF) y laríngeas (NG) sensitivas, se dirigen a la parte inferior del tronco del encéfalo, en donde forman el *haz solitario* (So)[1]. Las del trigémino han de descender también y constituyen la denominada *raíz*

---

1 Para más detalles de constitución del fascículo solitario: DUBOIS (1929).

descendente del trigémino (o haz espinal del trigémino) (Des)[2].

Las fibras destinadas a formar reflejos han de conexionarse con centros o núcleos motores, desde donde parten los impulsos efectores.

Reflejo de la tos. — La sensibilidad despertada por un cuerpo extraño en contacto con la mucosa laríngea y, en general, con la de todas las vías respiratorias, origina un acto motor defensivo, la tos, que tiene por misión expulsar aquel cuerpo. El reflejo puede ser provocado también por irritaciones de esta mucosa.

La tos consiste en una espiración forzada que sucede a una inhibición brusca de la inspiración. Por lo tanto, los estímulos que caminan por las fibras del nervio laríngeo sensitivo han de llegar al centro inspiratorio de la substancia reticular con el fin de inhibirlo y para que esta substancia reticular los transmita a los núcleos neuromusculares de la médula espinal, que impulsan los músculos espiradores y producen el golpe de espiración forzada.

Reflejo de la deglución, de las náuseas y de vómito. — Los estímulos de la mucosa faríngea producen un reflejo de deglución. El bolo alimenticio, al llegar a la faringe, provoca movimientos deglutores que le hacen avanzar por el tubo digestivo.

Si estos estímulos son más intensos, al provocarse por cuerpo extraño (o por toques en la mucosa faríngea, por ejemplo), puede originarse un movimiento antideglutorio (o náuseas) que es un acto de defensa para expulsar el cuerpo. Así pues, las fibras faríngeas sensitivas han de conexionarse con el centro deglutor de la substancia reticular con el fin de coordinar los movimientos reflejos de deglución si los estímulos son normales, o los movimientos antideglutores si los estímulos son provocados por cuerpo extraño.

Una irritación de las mucosas duodenal gástrica o de la vesícula biliar puede originar el *reflejo de vómito.* Las corrientes sensitivas caminan por fibras viscerosensitivas las cuales se incorporan a nervios como los esplácnicos y el neumogástrico. A través de los esplácnicos, las fibras viscerosensitivas pasan a las raíces posteriores de la médula; a través del neumogástrico llegan al tronco del encéfalo. Unas y otras conectan con los núcleos neuromusculares que impulsan los músculos de la prensa abdominal y con el núcleo del frénico que inerva al diafragma e, incluso, con el núcleo dorsal del vago (Vg) parasimpático cardioneumoenterorrenal. Tales estímulos determinan que este núcleo parasimpático provoque movimientos antiperistálticos de la musculatura del estómago, es decir, movimientos que llevan los residuos alimenticios hacia la boca; que se cierre el píloro y se dilate la musculatura del cardias[3].

Reflejos gustativos. — Los estímulos gustativos provocan reflejos muy conocidos. Una substancia aperitiva, por ejemplo, puede producir movimientos y secreción gástricos, aparte de secreción de saliva. Por lo tanto, las fibras gustativas han de enviar conexiones a los núcleos parasimpáticos cardioneumoenterorrenal (Vg), salival inferior (SI) y salival superior (SS).

Si la substancia es irritante, puede producir incluso lagrimeo y secreción nasal, aunque estas fibras gustativas llegan también al núcleo parasimpático lacrimomuconasal (LMN).

Reflejos de las ramas del trigémino. — Las fibras del trigémino llevan sensibilidades semejantes a las raíces posteriores de la médula. Por eso producen reflejos que recuerdan los reflejos medulares.

Las fibras nociceptivas del trigémino originan un *reflejo de huida.* Un pinchazo en

---

[2] La raíz descendente del trigémino fue demarcada en cuanto a su terminación espinal mediante el proceder de la degeneración walleriana (de FEDERICO, 1959).

[3] Terminaciones sensibles del glosofaríngeo y del neumogástrico en el núcleo dorsal del vago fueron precisados por los métodos de degeneración walleriana usando los contrastes de MARCHI y RASDOLSKI (ESCOLAR, 1949).



FIG. 122

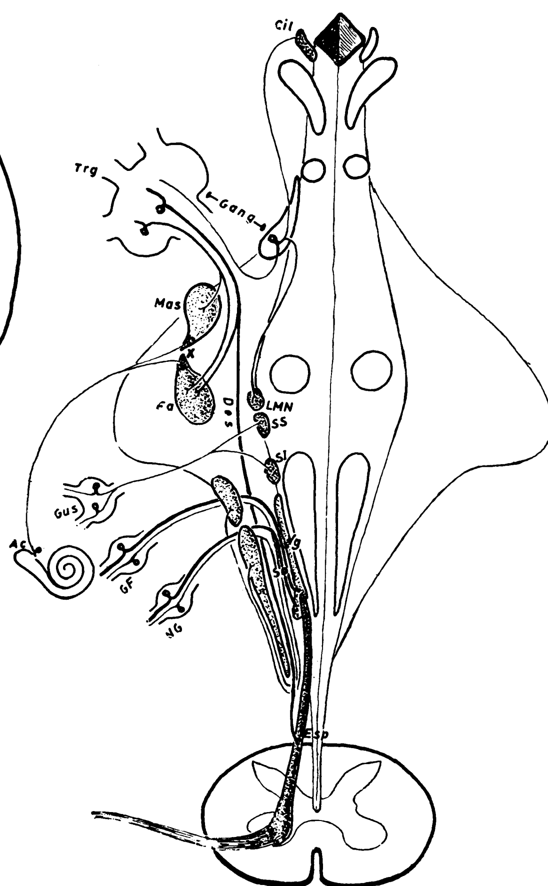


FIG. 123

FIGS. 122 y 123. — Representación en una visión lateral y otra de frente, de las raíces sensibles que abordan el tronco encefálico así como algunas de sus conexiones para producir reflejos metaméricos.

la cara, por ejemplo, provoca una separación de la cabeza (reflejo cefalogiro) por contracción de los músculos esternocleidomastoideos. Por consiguiente, las fibras nociceptivas de cualquiera de las tres ramas del trigémino se conexionan con el núcleo del espinal (Esp)[4].

Si los estímulos nociceptivos son intensos y continuados, como ocurre en la *neuralgia del trigémino*, aparecen zonas de vasoconstricción y contracturas de músculos, bien faciales, bien masticadores, o bien del sistema neuromuscular del espinal. Así pues, las fibras nociceptivas han de conexionarse también con los centros ortosimpáticos medulares, que producen la vasoconstricción y con los núcleos neuromusculares del facial, del masticador y del espinal, cuyos impulsos determinan la contractura de los músculos correspondientes.

Con la primera rama del trigémino van fibras que proceden del globo ocular y, en especial, de la conjuntiva corneal. En el epitelio externo de la córnea abundan mucho las terminaciones nerviosas libres, que son homologables a los receptores del dolor.

Todos hemos observado que el toque de la córnea con un cuerpo extraño origina inmediatamente el cierre de los párpados.

[4] En cuanto al reflejo trigeminoespinal, la degeneración walleriana lo ha demostrado con precisión (ESCOLAR, 1950).

Éste es el llamado *reflejo corneal*, cuyos impulsos aferentes son vehiculados por fibras incorporadas a la primera rama del trigémino, las cuales han de conexionarse con el núcleo del facial (Fa), del que depende la inervación del músculo orbicular de los ojos. Pero también puede observarse que el toque de la córnea de un lado no solamente provoca una respuesta en ese mismo lado (*reflejo corneal directo*), sino que también se cierra el párpado del otro ojo (*reflejo corneal consensual*), por lo que las fibras de la primera rama del trigémino han de conexionarse con el núcleo del facial de ambos lados.

Pero además de la oclusión palpebral, un golpe en la córnea produce también lagrimeo e incluso un reflejo de huida de la cabeza, por lo que se puede deducir que las fibras de la primera rama del trigémino han de conectar con el núcleo lacrimomuconasal y con el del espinal.

Es probable que los reflejos cefalogiros (huida de la cabeza), determinados por los impulsos vehiculados por las ramas trigeminales, sean reflejos más complejos, que se integren a nivel de los tubérculos cuadrigéminos. Ello presupone que las fibras trigeminales hayan de conectarse con éstos.

A este propósito hay que tener en cuenta la existencia del llamado *núcleo mesencefálico del trigémino* (Gang), que en la actualidad es considerado como una porción del mismo ganglio de Gasser incrustado en la parte alta de la protuberancia y en gran parte del mesencéfalo, en la zona de substancia gris que rodea a su acueducto. Se trata de un acúmulo de somas de neuronas en T, típicas neuronas sensitivas (protoneuronas o primeras neuronas), como son las del ganglio de Gasser o las de los ganglios raquídeo. Sus prolongaciones periféricas forman parte de las ramas del trigémino; sus prolongaciones centrales posiblemente lleguen a los tubérculos cuadrigéminos, con lo que los estímulos que por ellas caminan determinan los reflejos de aprestamiento que se integran en aquellos tubérculos.

El núcleo sensitivo mesencefálico del trigémino representa, pues, una excepción a la normal situación de los somas de las protoneuronas, que se concentran, como ya se ha dicho, en los ganglios. Para muchos investigadores, las prolongaciones periféricas de los somas del núcleo mesencefálico llevarían impulsos de sensibilidad profunda, concretamente la sensibilidad propioceptiva de los músculos masticadores [5].

Los reflejos estudiados hasta ahora cuyos impulsos aferentes caminan por nervios sensitivos de los arcos branquiales, pueden ser considerados como metaméricos.

Pero en el tronco del encéfalo han de integrarse otros muchos reflejos, en parte ya conocidos, cuyos impulsos aferentes caminan por otros nervios.

Reflejos cocleares y vestibulares. — Los estímulos acústicos recogidos por el *órgano de Corti* y transmitidos por el nervio coclear o acústico, cuyos somas neurales forman en el caracol óseo el *ganglio espiral*, llegan al tronco del encéfalo [6].

Allí, después de recambiarse en núcleos que serán estudiados más adelante, ascienden para llegar a niveles muy altos del S.N.C. Las vías acústicas ascendentes envían colaterales a los tubérculos cuadrigéminos inferiores para coordinar los reflejos de aprestamiento, ya estudiados.

Hay un reflejo especial, el *reflejo de la dentera*, que es provocado por ruidos desagradables (o muy agudos o muy graves). Ante estos ruidos obsérvese que hay una expresión mímica de desagrado e incluso, a

---

[5] El núcleo mesencefálico del trigémino, y en concreto las vías que le prolongan en sentido ascendente, acarrean también sensibilidad nociceptiva (PAPEZ, 1927).

[6] Algunos reflejos cocleares y vestibulares han podido ser trazados en el substrato anatómico demostrando terminaciones en áreas vestibulares por degeneración walleriana (ESCOLAR, 1949; SÁNCHEZ JOFREY, 1950).

veces, se cierra fuertemente la mandíbula. Es decir, que fibras del nervio acústico han de desviarse para sinaptizar con los núcleos neuromusculares del masticador y del facial.

Estas expresiones mímicas y masticadoras no son más que el resultado exagerado del sentido finalista que tiene el reflejo de la dentera. Se trata de un reflejo de defensa, que impide que tales ruidos puedan dañar al oído interno. Esta defensa se realiza por medio de la contracción del músculo del martillo, cuya inervación depende del nervio masticador y del músculo del estribo, inervado por el facial, contracciones que inmovilizan a los huesecillos martillo y estribo, con lo que se imposibilita la transmisión ósea de los sonidos.

En realidad, las fibras acústicas van a los grupos neuronales que en el núcleo del masticador están destinadas a la inervación del músculo del martillo, y que en el núcleo del facial envían sus axones al músculo del estribo. Estímulos muy intensos pueden provocar la difusión al resto de ambos núcleos y originar, por lo tanto, la contracción de la musculatura facial (expresión mímica de desagrado) y la contracción de los músculos masticadores.

En los núcleos del masticador y del facial se describen distintas zonas neuronales en relación con los diferentes músculos que inervan. Parece ser que la zona neuronal del núcleo del masticador, de la que se desprenden los axones destinados al músculo del martillo (tensor de la membrana del tímpano), está relativamente próxima a la zona neuronal del núcleo del facial que inerva al músculo del estribo (X).

Al mover la cabeza, se estimulan las crestas de los conductos semicirculares o la mancha del utrículo. Los movimientos de la cabeza van acompañados de movimientos de los globos oculares (reflejos oculogiros). Con este fin, las fibras del nervio estático o nervio vestibular, cuyos somas neuronales forman el *ganglio vestibular*, situado en el conducto auditivo interno, penetran en el tronco del encéfalo y envían conexiones a un grupo nuclear, formado por los llamados NÚCLEOS VESTIBULARES.

A este grupo pertenece el núcleo *vestibular lateral* (o de Deiters), ya estudiados, y otros tres: el *núcleo vestibular superior* (o de *Bechterew*), el *núcleo vestibular medial* (o de *Schwalbe*) y el *núcleo vestibular inferior* (o *vestibular espinal*).

En los núcleos vestibulares hacen recambio las fibras del nervio vestibular. De ellos parten axones, que caminan por la cintilla longitudinal posterior, y que han de ir a los núcleos oculomotores. Estas fibras también conectan con el núcleo del espinal para que sean concomitantes los movimientos de la cabeza (reflejos cefalogiros) con los de los ojos.

En un capítulo anterior se ha estudiado la *reacción de enderezamiento*, reflejo coordinado por el núcleo vestibular lateral a partir de estímulos procedentes del sáculo y del utrículo, así como las conexiones de aquel núcleo con los núcleos oculomotor externo y con el del espinal a través de axones que van la cintilla longitudinal posterior, y a través del haz vestibuloespinal con núcleos neuromusculares que terminan en los músculos del tronco y de la extremidad inferior.

Una reacción anómala es el llamado *nistagmo*, provocada por un estímulo muy intenso de las fibras del nervio vestibular o de los conductos semicirculares o por estímulos intensos del núcleo de Deiters (vestibular lateral), que consiste en movimientos laterales oscilatorios de los globos oculares.

Reflejos reguladores de la presión sanguínea. — Cuando la presión sanguínea aumenta, el choque de la onda de sangre estimula los barorreceptores o receptores de presión del seno carotídeo y del cayado de la aorta. Estos estímulos son vehiculados por fibras nerviosas viscerosensitivas que van con el nervio glosofaríngeo (los procedentes del seno carotídeo) o con el neumogástrico (los del cayado). Así llegan al tronco del encéfalo en

donde conectan con el centro vasomotor, que se extiende por todo el bulbo y llega hasta la protuberancia. Los axones del centro vasomotor se conexionan con el núcleo cardioneumoenterorrenal, determinando la bradicardia y, lo que es más importante para la regulación de la presión sanguínea, una vasodilatación, aunque sea por inhibición del ortosimpático al predominar el parasimpático.

La sección de los nervios glosofaríngeo y neumogástrico interrumpe este mecanismo regulador de la presión sanguínea, al no transmitir al tronco del encéfalo los impulsos inhibidores, con lo cual aumenta la vasoconstricción y se acelera el ritmo cardíaco.

Reflejos de la respiración. — La respiración es un proceso cíclico, en el que en cada ciclo hay una fase inspiratoria y otra espiratoria. Sabido es también que la misión fundamental de la respiración es el intercambio de gases: expulsar el anhídrido carbónico, resultante del metabolismo celular, e ingresar el oxígeno, indispensable para las funciones de la célula.

Se llegó a pensar que la concentración de anhídrido carbónico (y la de hidrogeniones) habría de ser el estimulante que obligaría a realizar la fase inspiratoria. Y, en efecto, esta concentración de anhídrido carbónico actúa como estímulo sobre los quimiorreceptores de los cuerpos carotídeo y aórtico, desde donde parten fibras viscerosensitivas que caminan con los nervios glosofaríngeo y neumogástrico, respectivamente. Estas fibras penetran en el bulbo y sus impulsos excitan al centro inspiratorio, en el cual también hay quimiorreceptores que se estimularían ante la concentración de anhídrido carbónico de sus propios capilares sanguíneos.

Sin embargo, la fase inspiratoria cesa antes de que se alcancen altas tensiones de anhídrido carbónico en sangre. Se requiere, pues, otro mecanismo excitador para que finalice la inspiración. Esta excitación se inicia en las partes más distensibles de los tubos respiratorios, concretamente en los alveolos pulmonares. La distensión de tales conductos durante la inspiración estimula fibras nerviosas que van con el nervio neumogástrico y llegan al centro respiratorio. Estos impulsos inhiben la inspiración y originan la espiración.

Cuando se seccionan experimentalmente ambos nervios vagos, el ciclo respiratorio continúa realizándose, pero se caracteriza por inspiraciones profundas, a las que siguen espiraciones también profundas. Con ello, el ritmo respiratorio se lentifica, porque el centro inspiratorio no es inhibido por los estímulos vagales de distensión alveolar. Las altas concentraciones de anhídrido carbónico, que en este caso se pueden alcanzar, explican las inspiraciones profundas, las cuales precisan también espiraciones profundas con el consecuente enlentecimiento del ritmo respiratorio.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

ORGANIZACIÓN SENSITIVA DEL TRONCO DE ENCÉFALO. *Raíces aferentes al tronco de encéfalo. Reflejos metaméricos del tronco de encéfalo.* Trigémino = Ganglio de Gasser. Nervio intermediario = Nervio gustativo = Ganglio geniculado. Nervio supratimpánico e infratimpánico. Nervio faríngeo sensible. Nervio laríngeo sensible. Nervio estatoacústico. Nervios presoceptivos. Seno carotídeo. Nervios alveoloceptivos. Haz solitario. Raíz descendente del trigémino. Reflejo tusígeno. Reflejo nausígeno. Reflejos gustativos. Reflejos del trigémino. Ganglio mesencefálico del trigémino. Reflejos de la dentera. Reflejos neurovegetativos.

CAPÍTULO 24

ORGANIZACIÓN SENSITIVA DEL TRONCO DEL ENCÉFALO (CONCLUSIÓN): NÚCLEOS SENSITIVOS Y VÍAS ASCENDENTES

Las fibras sensitivas que, como raíces, penetran en el tronco del encéfalo, son las prolongaciones centrales de las primeras neuronas sensitivas (o *protoneuronas*), cuyos somas están concentrados en los ganglios sensitivos correspondientes. Las corrientes nerviosas que caminan por aquellas fibras, están destinadas en su mayor parte a integrar el conocimiento en forma de mensajes o informes, permitiendo al substrato nervioso de mayor categoría la interpretación del mundo que nos rodea e, incluso, a actuar de acuerdo con dichos mensajes.

Es obvio que tales corrientes han de ascender por el tronco del encéfalo, pero no vehiculadas por las mismas fibras que penetraron en él. Éstas tienen que hacer recambio en las segundas neuronas (*deutoneuronas*), cuyos somas se agrupan y constituyen los NÚCLEOS SENSITIVOS del tronco del encéfalo, mientras que sus axones, tras cruzar la línea media, ascienden y suelen unirse a los haces sensitivos procedentes de la médula, ya que éstos tienen que atravesar también el tronco del encéfalo.

Los axones de los núcleos sensitivos del tronco del encéfalo y los haces sensitivos medulares que por éste ascienden, forman las VÍAS ASCENDENTES, a cuyo conjunto se le da también el nombre de *cinta de Reil*.

Recuérdese que todas las fibras sensitivas que llegan a la médula, excepto las de la sensibilidad táctil discriminativa (o epicrítica) y la propioceptiva consciente, han hecho recambio en núcleos grises (núcleos sensitivos de la médula) y se vehiculan a haces ya conocidos. Así, la sensibilidad nociceptiva asciende por el haz espinotalámico lateral (L) (fig. 124); la de tacto grosero (o protopático) por el haz espinotalámico anterior (A); la propioceptiva inconsciente (o sea, la del tono muscular) por los haces espinocerebelosos ventral (CV) y dorsal (CD).

La sensibilidad profunda (táctil discriminativa y propioceptiva consciente), procedente del cuello, tronco y extremidades, no encuentra núcleos de recambio en la médula. Las prolongaciones centrales de las primeras neuronas, cuyos somas se concentran en los ganglios raquídeos, ascienden por los cordones posteriores (P) homolaterales en busca de sus núcleos de recambio, o dicho con otras palabras, en busca de hacer el relevo en las segundas neuronas sensitivas. Estos núcleos de recambio están en el bulbo, cuya placa alar de cada lado forma tres concentraciones diferentes que reciben los nombres de *núcleos grácil* (o delgado), *cuneiformes y accesorio* o *lateral*, de los cuales el más interno es

el grácil (Gr) y el más externo el accesorio (Acs), siendo intermedio el núcleo cuneiforme (Cun)[1].

Las fibras táctiles discriminativas y propioceptivas conscientes guardan una topografía en relación con las partes del cuerpo de que proceden. Así, las que provienen de las extremidades inferiores y tronco son las de situación más interna y ascienden junto al septum medular; las intermedias proceden de las extremidades superiores; las fibras más externas son las que vienen del cuello. Esta topografía se conserva en el bulbo, por lo que se admite que en el núcleo grácil se recambian las fibras procedentes de las extremidades inferiores y tronco; en el cuneiforme, las de la extremidad superior, y en el accesorio, las del cuello.

Para muchos investigadores, el núcleo cuneiforme lateral, que también hemos llamado accesorio (o de VON MONAKOW) es una prolongación hacia el bulbo de la columna de Clarke, y en consecuencia sería un núcleo de recambio de la sensibilidad del tono muscular, concretamente de los músculos del cuello. Por lo tanto, los axones de este núcleo contribuirían a engrosar el haz espinocerebeloso posterior y no formarían parte del lemnisco medial, del que luego hablaremos.

Tras el recambio en los núcleos grácil, cuneiforme y accesorio, los axones de estos núcleos cruzan la línea media, decusándose ahí con los del lado opuesto y formando la llamada *decusación sensitiva* (o *decusación de los lemniscos*), y pasan al lado contrario, por donde ascienden (P) inmediatamente por dentro del haz espinotalámico anterior (A).

Las sensibilidades laríngea, faríngea y gustativa, que (fig. 125) penetran con fibras de los nervios neumogástricos (NG), glosofaríngeo (GF) e intermedio (Gos), respectivamente, hacen recambio en un mismo núcleo, que al igual que el haz que forman, se llama *núcleo del haz solitario*[2]. Los axones de las nuevas neuronas cruzan la línea media, y ascienden por dentro de las de la sensibilidad profunda.

Las fibras que transmiten las noticias de presión sanguínea, que desde el seno carotídeo entran en el tronco del encéfalo por el nervio glosofaríngeo y desde el cayado de la aorta por el nervio neurogástrico, hacen sinapsis en el *núcleo del ala gris* (A Gr), muy próximo al surco limitante, a nivel del núcleo del hipogloso[3]. Las nuevas fibras, originadas en el ala gris, cruzan la línea media y ascienden formando un haz que conecta con la substancia reticular.

Las fibras nociceptivas, las del tacto grosero y las del tacto discriminativo de la cara penetran en el tronco del encéfalo incorporadas al nervio trigémino. Los núcleos donde recambian, tienen la misma significación funcional que los medulares de idénticas sensibilidades. En el tronco del encéfalo estos núcleos se colocan uno por encima de otro, y dan lugar en conjunto a un largo núcleo en forma de maza, extendido por la protuberancia y el bulbo, llamado *núcleo sensitivo descendente del trigémino* (Des Trig) (o *núcleo del haz espinal del trigémino*).

Las fibras del trigémino, que abordan a este núcleo, descienden por fuera de él y forman el haz descendente (o haz espinal). Las fibras nociceptivas son las que más descienden para recambiarse en la parte inferior del núcleo que continúa al casquete de la médula; las del tacto grosero se intercambian en la parte media del núcleo; y, por último, la sensibilidad profunda va a la porción superior.

Las fibras recambiadas cruzan la línea media y se incorporan a las sensibilidades del mismo tipo que vienen desde la médula.

Aún falta por considerar las sensibilidades que vienen con el nervio estatoacústico (=nervio vestibulococlear).

---

[1] El núcleo accesorio del cordón posterior ha podido ser referido a terminaciones sensibles de los dos primeros metámeros cervicales (ESCOLAR, 1948). Igualmente se han sistematizado las terminaciones de todos los nervios sensibles raquídeos en los núcleos cuneiforme y grácil (SOLER, 1958).

[2] Sobre el núcleo del haz solitario: DUBOIS (1929).

[3] En el núcleo del ala gris se han precisado por degeneración walleriana terminaciones del nervio vago (ESCOLAR, 1949). A la vista de apropiada bibliografía se comprende la influencia quimioceptiva del área postrema en dicho núcleo de ala gris (CAMMERMEYER, 1947).

Las fibras vestibulares, que llevan los impulsos recogidos por las manchas del utrículo y del sáculo y las crestas de los conductos semicirculares, llegan al tronco del encéfalo y hacen recambio en los *núcleos vestibulares* (superior, medial y espinal). Las fibras que nacen en estos núcleos pasan al cerebelo, fundamentalmente las del núcleo vestibular superior. Al cerebelo pasan también directamente un gran contingente de fibras vestibulares, que no hacen recambio en ningún núcleo.

Las fibras acústicas o cocleares se dirigen al tronco del encéfalo y hacen un primer recambio o bien en el *núcleo coclear ventral* o bien en el *núcleo coclear dorsal*. Este último se hace patente en el suelo del cuarto ventrículo en forma de una pequeña eminencia que se llama *tubérculo acústico;* en las piezas anatómicas se pueden ver unas estrías, las *estrías acústicas* (o estrías medulares del cuarto ventrículo), que desde el tubérculo se dirigen hacia el surco medio del ventrículo y que están constituidas por las fibras que se han recambiado en el núcleo coclear dorsal, las cuales, a través de aquel surco, se hacen profundas y pasan al lado opuesto.

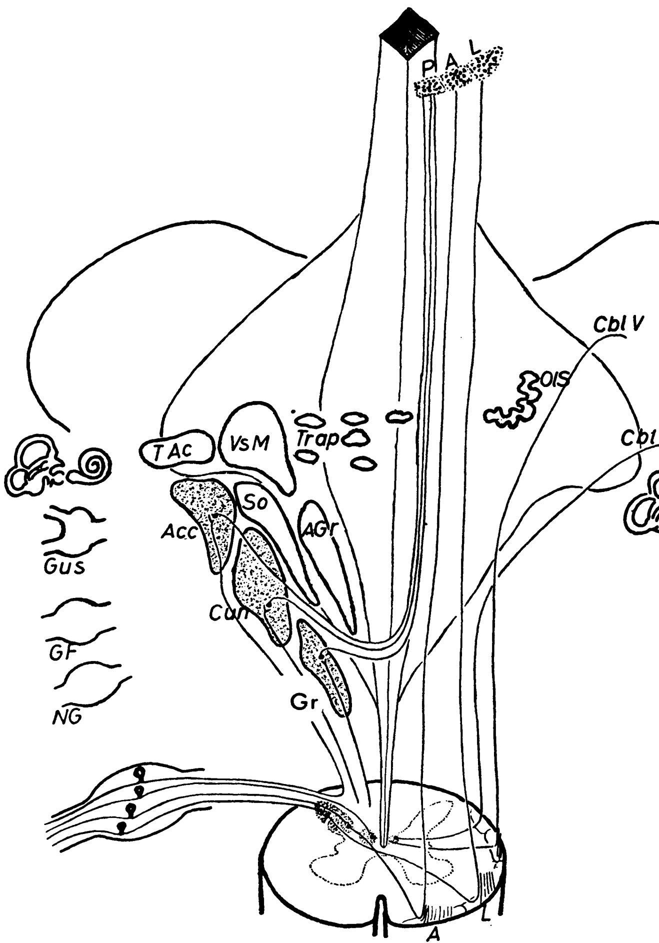


Fig. 124

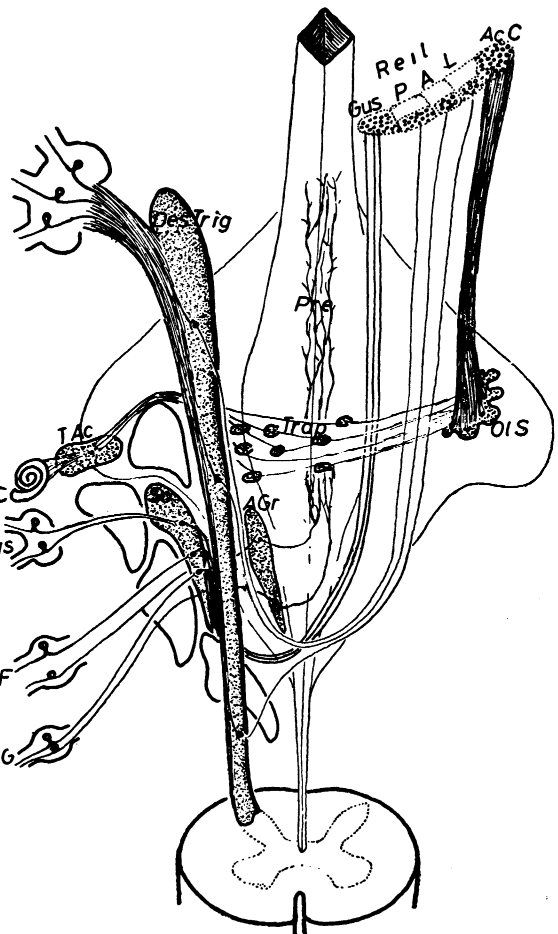


Fig. 125

Figs. 124, 125 y 126. — La figura 124 muestra las vías sensibles ascendentes a su paso por el tronco encefálico, proyectadas desde la médula espinal. La figura 125 ofrece las mismas vías sensibles ascendentes, pero proyectadas desde las raíces sensibles que abordan el tronco encefálico. La figura 126 ofrece las terminaciones de algunas vías sensibles en centros extrapiramidales troncoencefálicos. Los fascículos cortados deberán seguir hacia más altos niveles.

Las fibras que nacen en el núcleo coclear ventral van desde su origen en el espesor de la protuberancia. Tanto las fibras del núcleo coclear ventral como las del dorsal hacen múltiples recambios en grupos neuronales esparcidos por la protuberancia. Al conjunto de estos grupos neuronales y fibras acústicas se le da el nombre de *cuerpo trapezoide* (Trap). Tras estos múltiples recambios, las fibras acústicas llegan en definitiva al lado contrario al que se originan y aún hacen una última sinapsis protuberancial en un núcleo plegado que se denomina *núcleo olivar superior* (Ol S) u oliva acústica. Desde aquí, las fibras acústicas ascienden por la protuberancia y mesencéfalo, formando el *haz acústico central* (Ac C), el cual camina inmediatamente por fuera del haz espinotalámico lateral.

Las múltiples sinapsis, que las fibras acústicas experimentan en la protuberancia (núcleos cocleares del cuerpo trapezoide, oliva acústica), representan la excepción al normal comportamiento del resto de los haces sensitivos de la médula y del tronco del encéfalo, los cuales solamente recambian una vez.

Probablemente, a través de cada recambio se rebaja la frecuencia del impulso acústico, que es muy superior a la frecuencia normal de activación de las neuronas, de modo tal que a nivel del haz acústico central los impulsos ascienden a un ritmo normal, tanto los determinados por sonidos graves como los originados por sonidos agudos. Es probable que la corteza cerebral, a donde llegan en definitiva todas las vías sensitivas, perciba la diferencia tonal de los sonidos, no por la diferente frecuencia, sino por diferente distribución topográfica en donde terminan las fibras acústicas. Ello presupone la existencia de una topografía de las fibras y núcleos acústicos en relación con las diferencias de tono de los sonidos, que no es de extrañar, pues ya en el mismo conducto coclear se admite que los sonidos de frecuencia baja (sonidos graves) son captados en el vértice, mientras que los de frecuencia alta (sonidos agudos) lo son en la base del conducto coclear.

Los núcleos sensitivos del tronco del encéfalo proceden de la placa alar y, como ya se ha dicho, representan las concentraciones de las segundas neuronas. Los núcleos que podemos englobar como núcleos del cordón posterior (núcleos grácil, cuneiforme y accesorio), el haz solitario y el núcleo del ala gris se localizan en el bulbo.

El núcleo sensitivo del trigémino se extiende aproximadamente por la mitad inferior de la protuberancia y por el bulbo y aún parece continuarse por el casquete de la médula espinal.

En la nomenclatura actual, su parte superior engrosada recibe el nombre de *núcleo sensorial superior del trigémino,* mientras que la parte alargada que lo continúa por la protuberancia y bulbo se llama *núcleo del haz espinal del trigémino.* Pero téngase en cuenta que los dos son un todo continuo y, por ello, preferimos dar el nombre de núcleo sensitivo del trigémino, con el que se engloban estas dos porciones.

Hacia la parte superior de la protuberancia y hacia el mesencéfalo, el núcleo sensitivo del trigé-

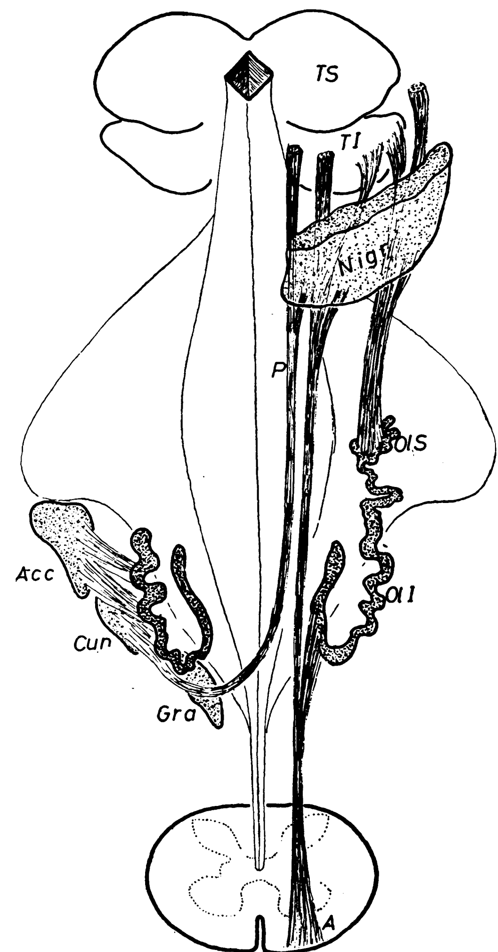


FIG. 126

mino se prolonga con el llamado núcleo mesencefálico del trigémino, que más que un núcleo representa una porción del ganglio de Gasser, incrustada en pleno S. N. C. (véase el capítulo anterior).

Los núcleos vestibulares (superior, medial y espinal) y acústicos (núcleos cocleares ventral y dorsal, del cuerpo trapezoide y olivar superior) se localizan preferentemente en la protuberancia.

Nosotros consideramos el núcleo vestibular lateral (de Deiters) como núcleo motor, que se intercala en los mecanismos estaticoposturales, con un significado muy semejante al de los núcleos rojo y olivar inferior. El hecho de que reciba fibras vestibulares y, por otra parte, el formar conjunto con el resto de los núcleos vestibulares, inclina a una parte de los autores a considerar al núcleo vestibular lateral como núcleo sensitivo, criterio que es también defendible.

Los axones de estos núcleos cruzan la línea media y ascienden por el lado opuesto unidos a los haces sensitivos que provienen de la médula espinal. Al conjunto de estos haces ascendentes se da el nombre de CINTA DE REIL, sobre todo en los niveles superiores del tronco del encéfalo en donde los haces sensitivos tienden a reunirse[4].

Los haces ascendentes, si bien es cierto que han de llegar a la corteza cerebral sensitiva y que el tronco del encéfalo es un sitio de tránsito, suelen enviar colaterales a centros y núcleos nerviosos de este tronco, con el principal fin de integrar reflejos ya conocidos. Así, el haz espinotalámico anterior envía derivaciones hacia la oliva bulbar y en la parte superior también se admite que deriva hacia los tubérculos cuadrigéminos. El haz acústico central manda colaterales a los tubérculos cuadrigéminos inferiores.

Por otra parte, los haces espinocerebelosos no integran propiamente la cinta de Reil, pues el posterior no pasa más arriba del bulbo, y penetra en el cerebelo por el pedúnculo cerebeloso inferior; el haz espinocerebeloso anterior llega más arriba, pero a través del pedúnculo cerebeloso superior entra en el cerebelo.

En la cinta de Reil se distinguen dos partes, llamadas *lemniscos*.

El *lemnisco medial* o interno, que está constituido fundamentalmente por las fibras de la sensibilidad profunda, aunque en la parte alta del tronco del encéfalo se le unen también las fibras táctiles protopáticas y los axones que proceden del núcleo del haz solitario.

El *lemnisco lateral* o externo está integrado por las fibras nociceptivas y por el haz acústico central.

Las vías sensitivas pueden parangonarse a una carrera de relevos, en la que hay fundamentalmente tres relevos. El primer corredor está representado por la primera neurona; obsérvese que los primeros corredores parten de distintas pistas, que pueden ser medulares, bulbares y protuberanciales (en este parangón no tenemos en cuenta las vías ópticas ni las olfativas, que corren por diferentes pistas a las mencionadas. Cada primer corredor traspasa el testigo al segundo corredor, traspaso que se hace a nivel de la sinapsis correspondiente; el segundo corredor es la deutoneurona y su carrera se inicia aun en pistas diferentes. Pero todas estas pistas, a lo largo de la carrera, tienden a confluir hacia la parte alta del tronco del encéfalo, en donde todos los corredores van agrupados (cinta de Reil), hasta el tercer relevo a nivel de las neuronas del tálamo, que representan la tercera neurona, desde donde han de llegar a la meta final, que es la corteza cerebral.

Aún se podría añadir que, salvo excepciones, los corredores forman equipos. Habría un equipo de la sensibilidad nociceptica, otro de la táctil protopática, etc. Los *primeros corredores* de cada equipo son los que hacen la carrera por canchas muy diferentes. Así, hay primeros corredores del equipo de la sensibilidad nociceptica que inician su carrera en todas las pistas medulares y en la pista del tronco del encéfalo (este último representa el de la sensibilidad nociceptica de la cara que va con el trigémino); los relevos se hacen también en distintos niveles, pero ya los segundos corredores de cada equipo no solamente van unidos, sino que van de la mano, y juntos llegan a un mismo núcleo talámico, de donde parten todos los terceros corredores del mismo equipo hasta el final.

---

[4] La cinta de REIL, fue precisada por degeneración walleriana por RANSON (1952). GUIRAO (1953) también la siguió a lo largo del tronco cerebral tras secciones medulares experimentales.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Núcleos sensitivos del tronco de encéfalo. Vías ascendentes a través del tronco de encéfalo = Cinta de Reil. Núcleos del cordón posterior = Núcleo grácil + Núcleo cuneiforme + Núcleo accesorio. Decusación sensitiva. Núcleo del haz solitario. Núcleo del ala gris. Núcleo descendente del trigémino. Núcleos vestibulares (superior, medial y espinal). Núcleo coclear ventral y dorsal. Estrías acústicas. Cuerpo trapezoide. Núcleo olivar superior. Haz acústico central. LEMNISCOS = Lemnisco medial + Lemnisco lateral.

CAPÍTULO 25

CONFIGURACIÓN EXTERIOR DEL TRONCO DEL ENCÉFALO. CUARTO VENTRÍCULO. NERVIOS CRANEALES EN SU ORIGEN APARENTE

El primitivo tubo nervioso recién formado en el embrión es un epitelio delgado, pero con gran poder proliferativo. Ya se ha insistido en que las placas basal y alar, así como el surco limitante, originan núcleos y centros nerviosos. Estos núcleos y centros, más las vías ascendentes y descendentes, van engrosando mucho el tubo nervioso embrionario y determinan gran parte de los detalles de su morfología externa en el adulto.

En un corte sagital del tronco del encéfalo, lo que corresponde al primitivo tubo nervioso no es más que el epitelio del llamado *cuarto ventrículo,* que por abajo es continuación del conducto ependimario de la médula, y a su vez, por arriba, se continúa con el *acueducto del mesencéfalo* (acueducto de Silvio).

Por encima y por detrás del cuarto ventrículo se encuentra el cerebelo, el cual está unido al tronco del encéfalo por manojos de fibras nerviosas que forman los *pedúnculos cerebelosos.*

Algunas formaciones nerviosas, ya conocidas, dan el aspecto exterior del tronco

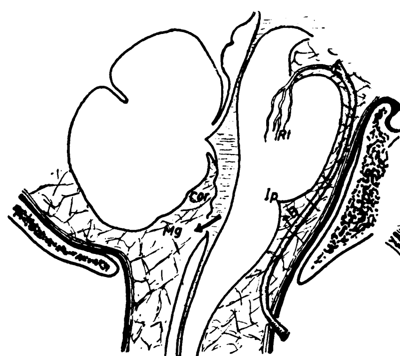


FIG. 127

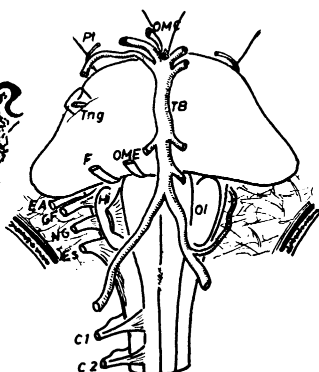


FIG. 128

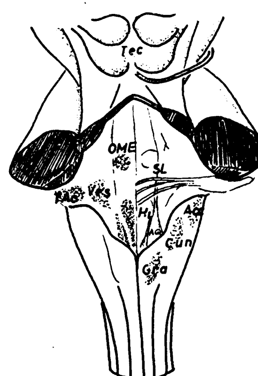


FIG. 129

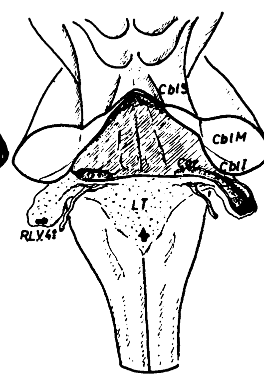


FIG. 130

FIGS. 127, 128, 129 y 130. — Demostrando detalles de configuración, vascularización y las cisternas subaracnoideas adyacentes al tronco encefálico (en sección transversal, por delante y por detrás, respectivamente).

del encéfalo. Puede observarse una zona muy engrosada, situada por delante del cuarto ventrículo, engrosamiento debido a los núcleos del puente. Esta zona es la PROTUBERANCIA que deriva de la parte alta del romboencéfalo.

Por encima de ella se encuentra el MESENCÉFALO, mientras que por debajo se halla el BULBO (derivado de la parte baja del romboencéfalo), el cual continúa hacia arriba a la médula.

En resumen, el tronco del encéfalo del adulto está constituido, de arriba abajo, por el mesencéfalo, la protuberancia y el bulbo (fig. 127), cuyos detalles de morfología externa están producidos por las vías, núcleos y centros ya estudiados.

VISIÓN ANTERIOR DEL TRONCO DEL ENCÉFALO (figs. 128 y 131)

Muchos detalles de esta visión anterior están determinados por las formaciones nerviosas de superficie, y entre ellas las vías piramidales desempeñan un papel importante.

Así, en el *mesencéfalo*, visto por delante, las vías piramidales, procedentes de cada hemisferio cerebral, forman unos relieves que son los pedúnculos cerebrales (en realidad, las vías piramidales descienden por los pies de los pedúnculos), en donde pueden apreciarse estrías longitudinales que son causadas por la dirección de las fibras. Los pedúnculos confluyen hacia abajo y en-

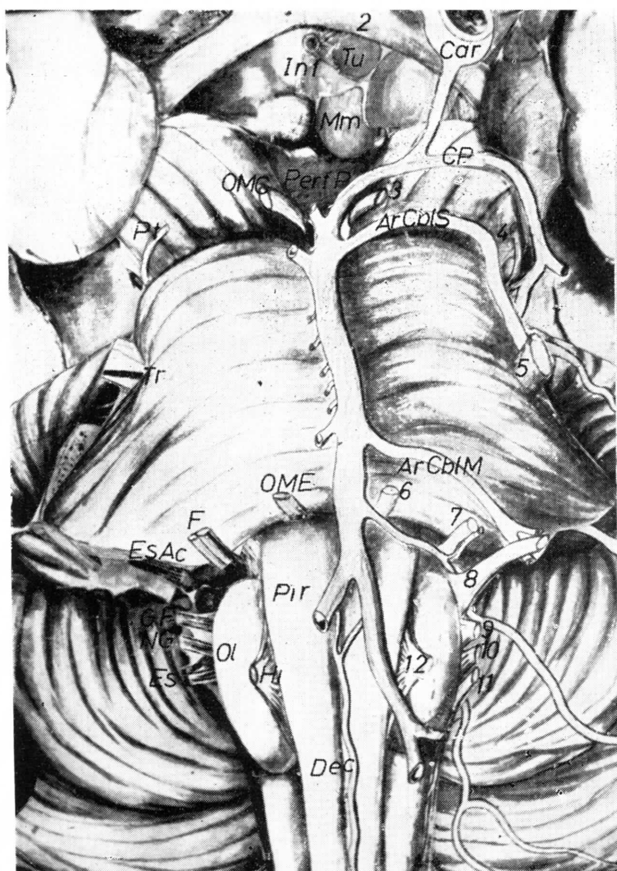


FIG. 131

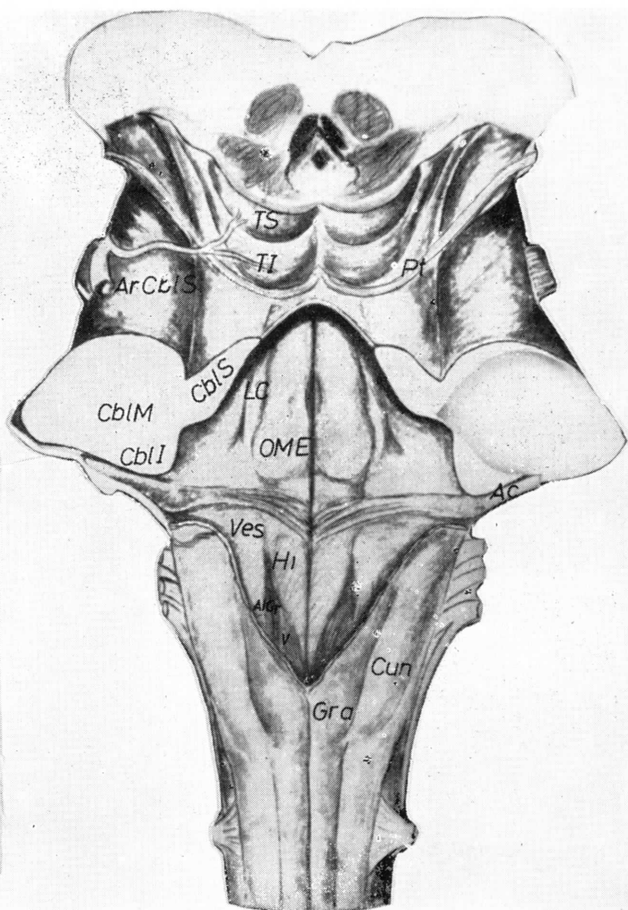


FIG. 132

FIGS. 131 y 132. — El tronco encefálico ofrece los detalles de configuración y vascularización en un panorama anterior y posterior, respectivamente.

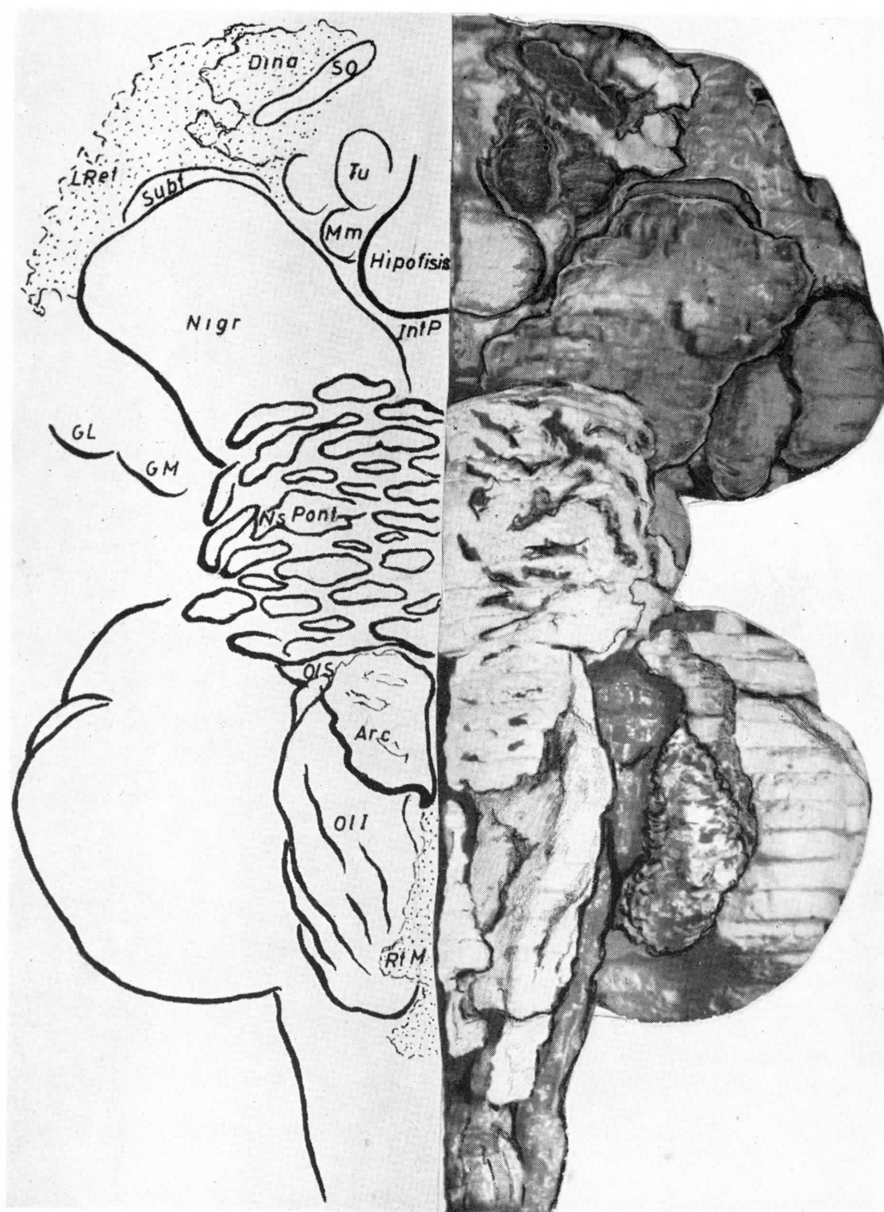


FIG. 133

FIGS. 133, 134, 135 y 136. — Ofrecen planos sucesivos de desmontaje de un tronco encefálico reconstruido por el clásico método de BORN al plástico espumoso, en el que se ha excluido la substancia blanca de la representación.

FIG. 133. — Nótese un plano de superficie anterior mostrando los centros metapiramidales directamente por no aparecer la substancia blanca.

tre ambos dejan una fosa que está atravesada por numerosos vasos sanguíneos. Esta fosa interpeduncular recibe el nombre de *espacio perforado posterior* (o substancia perforada posterior) (Perf P) (fig. 131).

Bajo el mesencéfalo, la *protuberancia* vista por delante, muestra un surco medio, ancho y no muy profundo, determinado por un vaso arterial, el tronco basilar. Es el *surco basilar*. Las estrías transversales

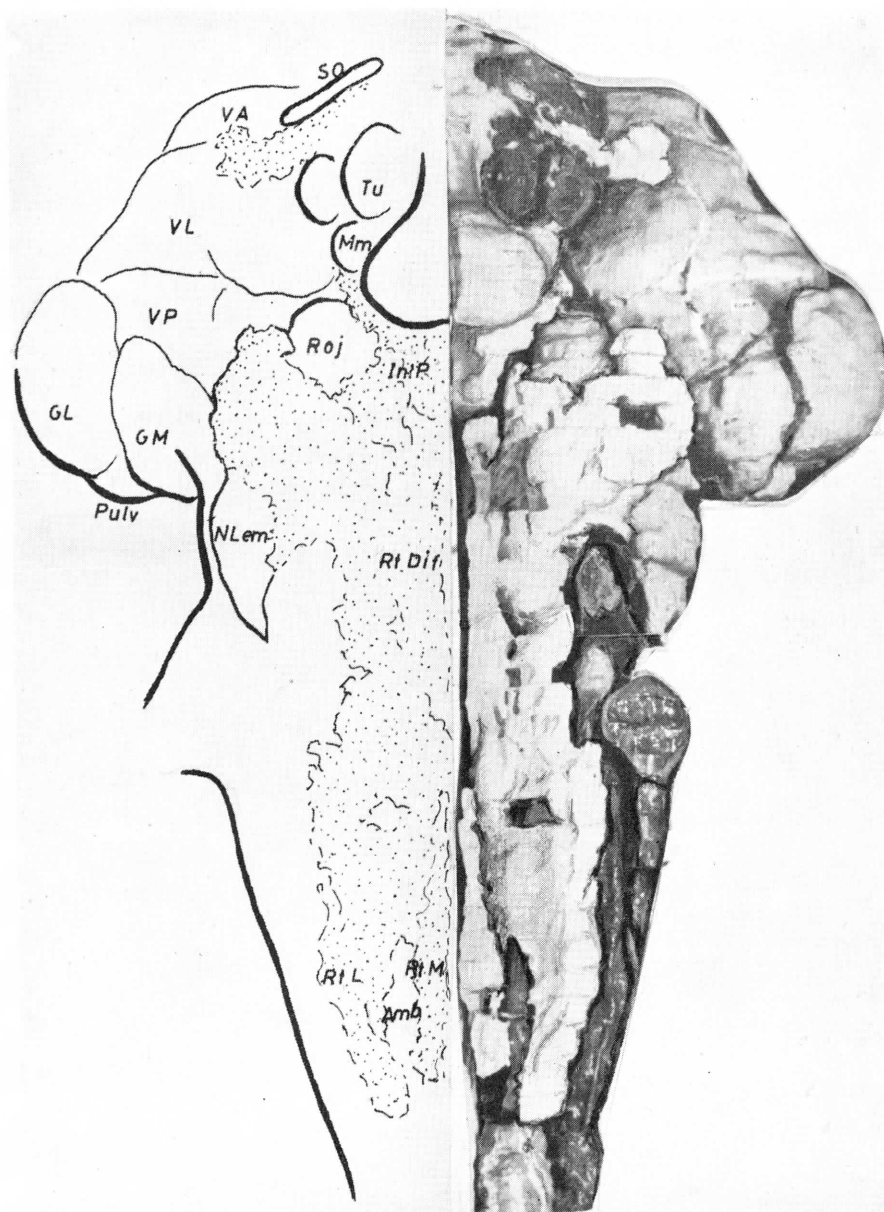


Fig. 134. — Se observa la substancia reticular, una vez retirados los centros metapiramidales del panorama precedente.

que recorren la protuberancia son determinadas por las fibras pontocerebelosas.

Por debajo de la protuberancia se encuentra el *bulbo*. Su aspecto anterior recuerda al de la médula y en parte también es determinado por elementos nerviosos conocidos. La cara anterior del bulbo está hendida en su parte media por un profundo surco, la *fisura media anterior,* que continúa hacia arriba a la homónima de la médula. A cada lado de la fisura existe una cinta alargada, determinada por las vías piramidales, que tras su desflecamiento en la protuberancia se reúnen de nuevo en el bulbo. Esta cinta alargada recibe el nombre de *pirámide* (Pir). El límite lateral de ésta es el *surco lateral anterior,* continuación del homónimo de la médula (recuérdese que por

este surco en la médula emergen las raíces anteriores). En la parte alta del bulbo, e inmediatamente por fuera del surco lateral anterior, el núcleo olivar inferior origina un relieve superficial que es la *oliva bulbar* (Ol).

La pirámide continúa hacia arriba a los cordones anteriores de la médula. La decusación de las fibras piramidales borra un tanto la continuidad de la fisura media anterior. La *decusación piramidal* (Dec) marca la zona de tránsito entre el bulbo y la médula.

La protuberancia está delimitada del bulbo a través del *surco bulboprotuberancial*, el cual se hunde en su parte media y forma una fosita infraprotuberancial (Ip) (fig. 127), conocida también con el nombre de *agujero ciego*. En la parte media del límite entre la protuberancia y los pedúnculos cerebrales se encuentra la fosita supraprotuberancial.

VISIÓN POSTERIOR DEL TRONCO DEL ENCÉFALO (figs. 129 y 132)

Para poder ver por detrás del tronco del encéfalo, al menos en su parte baja, hay que resecar el cerebelo por sección de los pedúnculos cerebelosos, por donde caminan gran diversidad de fibras, algunas de las cuales ya son conocidas por nosotros. Existe un *pedúnculo cerebeloso superior* (CblS), por el que entran en el cerebelo las fibras del haz espinocerebeloso anterior; un *pedúnculo cerebeloso medio* (CblM) (fibras pontocerebelosas y cerebelopónticas), y un *pedúnculo cerebeloso inferior* (CblI) (haz espinocerebeloso posterior).

La visión posterior del *bulbo* muestra detalles que se observan en la médula. Hacia el bulbo se prolongan el *surco medio posterior, el surco lateral posterior* y el *surco intermedio*. Entre los surcos medio posterior y lateral posterior asciende el haz del *cordón posterior*, dividido por el surco intermedio en un *fascículo delgado* (o de Goll) y en un *fascículo cuneiforme* (o de Burdach). Las fibras de estos haces, como ya se sabe, hacen recambio en los núcleos delgado, cuneiforme y accesorio, que forman relieves en la cara posterior del bulbo, que son los *tubérculos del núcleo grácil* (o clava) y del *núcleo cuneiforme*.

Por fuera del cordón posterior asciende el haz espinocerebeloso dorsal, que en el bulbo se dirige hacia arriba y un poco hacia afuera para ir en busca del pedúnculo cerebeloso inferior.

La cara posterior de la *protuberancia* muestra principalmente la sección del pedúnculo cerebeloso medio, el más amplio de los tres.

La cara posterior del *mesencéfalo* presenta los *tubérculos cuadrigéminos superiores* (TS) e *inferiores* (TI), separados por un *surco en cruz*. Cada tubérculo cuadrigémino está unido por un manojo de fibras a núcleos talámicos, aún no conocidos. Estos manojos constituyen en la superficie dorsal del mesencéfalo los llamados *brazos conjuntivales*.

CUARTO VENTRÍCULO

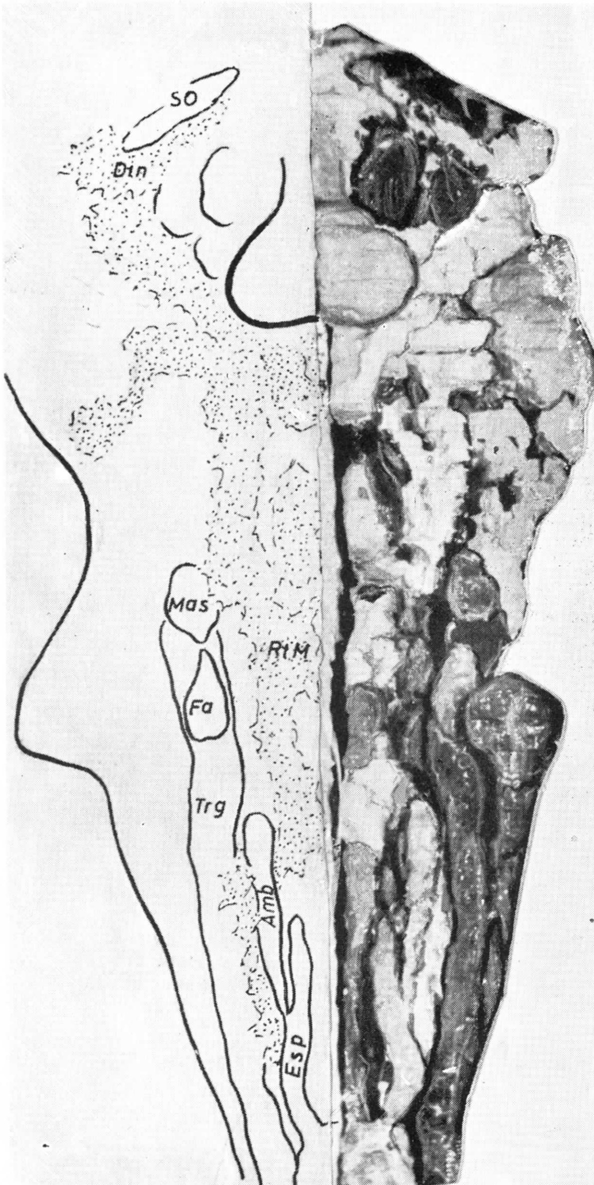
El CUARTO VENTRÍCULO es la luz dilatada del romboencéfalo, que en el adulto se extiende por la parte superior del bulbo y por la protuberancia. En la parte inferior del bulbo, la luz no está dilatada y recuerda al epéndimo de la médula, al que continúa. Hacia el mesencéfalo, el cuarto ventrículo, ya estrechado, se continúa con el de la luz de aquél, que recibe el nombre de acueducto cerebral o de Silvio. Transversalmente el cuarto ventrículo se dilata a cada lado a nivel de lo que se denomina *receso lateral* (RL V4.°) (fig. 130), que se extiende por el dorso de la parte superior de los pedúnculos cerebelosos inferiores (o cuerpos restiformes).

En definitiva, el cuarto ventrículo queda enmarcado: en su parte basal o suelo, por el bulbo y la protuberancia; lateralmente, por los pedúnculos cerebelosos; en su parte dorsal o techo (además de por unas laminillas nerviosas que estudiaremos en segui-

da), por el cerebelo, hacia donde se prolonga el cuarto ventrículo.

En él, se puede distinguir un techo y un suelo.

El *techo del cuarto ventrículo* es muy diferente, según en donde se considere. Así, el espacio triangular que queda entre la divergencia de los pedúnculos cerebelosos superiores, se obtura por una laminilla nerviosa atrófica extendida de uno a otro pedúnculo. Es el velo *medular superior* (válvula de Vieussens) que, por lo tanto, forma parte del techo del cuarto ventrículo.



135

FIG. 135. — Se empiezan a demostrar algunos núcleos neuromusculares y sensibles, por haber quitado una buena parte de la substancia reticular del panorama anterior.

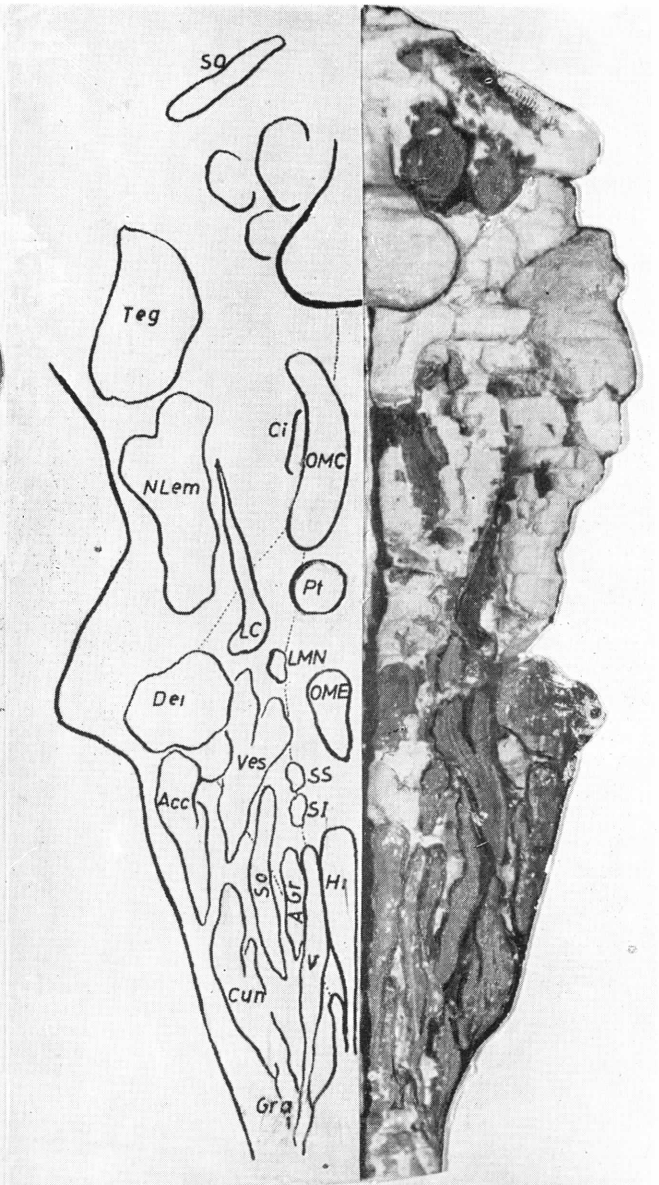


FIG. 136

FIG. 136. — Se ha excluido todo lo que quedaba de la substancia reticular, ofreciendo así todos los núcleos motores y sensitivos en relación con el suelo del 4.° ventrículo.

Por debajo del velo medular superior, y extendida en sentido transversal desde la parte lateral del techo hasta una formación cerebelosa aún no conocida (el nódulo), existe otra laminilla de substancia nerviosa atrófica, que recibe el nombre de *velo medular inferior* (válvula de Tarin).

Entre este último, los recesos laterales y los pedúnculos cerebelosos inferiores queda un amplio espacio triangular del techo, que es parcialmente obturado por la lámina tectoria. Ésta es la parte más endeble del techo, y está constituido, desde el punto de vista estructural, por el epitelio ependimario, tapizado por la piamadre, la cual a este nivel forma la *tela coroidea* (Cor) (figura 127). Hemos dicho que la lámina tectoria obtura parcialmente este espacio triangular, porque presenta dehiscencias, que comunican la luz del cuarto ventrículo con el espacio subaracnoideo. Estas dehiscencias forman una *abertura media* (agujero de Magendie), situada en el vértice inferior de este espacio triangular, y dos *aberturas laterales* (agujeros de Luschka) a nivel de cada receso lateral (fig. 130). A través de tales aberturas, el líquido cefalorraquídeo del cuarto ventrículo pasa al espacio subaracnoideo.

En sentido lateral, la lámina tectoria se continúa con laminillas de substancia nerviosa atrófica que se engastan en los bordes internos de los pedúnculos cerebelosos inferiores. Estas laminillas son las llamadas *tenias* (o língulas) del cuarto ventrículo, que son, como ya se ha dicho, prolongaciones del borde interno del pedúnculo cerebeloso inferior, pero hacia arriba se prolonga lateralmente a nivel de la parte caudal del receso lateral, mientras que hacia abajo las dos tenias confluyen en el vértice inferior del espacio triangular. En esta confluencia existe un r e f o r z a m i e n t o de substancia nerviosa atrófica, que es a modo de un cosido de este vértice inferior, y que se conoce con el nombre de *obex* o cerrojo, el cual está inmediatamente caudal a la apertura media.

Los vasos sanguíneos evaginan la membrana tectoria hacia la luz del cuarto ventrículo y forman los *plexos coroideos* de este ventrículo.

Los plexos coroideos son apelotonamientos vasculares revestidos por la membrana tectoria, a través de la cual se filtra hacia el ventrículo parte del plasma sanguíneo en forma de líquido cefalorraquídeo. Los plexos coroideos del cuarto ventrículo se extienden verticalmente en la membrana tectoria; esta rama vertical del plexo coroideo tiene un recorrido paralelo a la tenia; en su parte superior la rama vertical se tuerce casi en ángulo recto hacia afuera, formando la rama horizontal del plexo a lo largo del receso lateral.

Aunque el estudio de los vasos sanguíneos del tronco encéfalo se hará conjuntamente con el del cerebelo, es conveniente saber ya que gran parte de los vasos arteriales del encéfalo proceden de aquella *arteria vertebral*, que se desprende de la subclavia, asciende por el cuello introducida en los a g u j e r o s costotransversarios de las vértebras cervicales y, después de contornear las masas laterales del atlas, penetra en el cráneo por el agujero occipital. Dentro del cráneo, la arteria vertebral de cada lado contornea la parte lateral del bulbo y asciende entre éste y la apófisis basilar, aproximándose cada vez más la una a la otra hasta que confluyen. La confluencia de ambas arterias vertebrales da lugar al *tronco basilar*, que recorre la línea longitudinal media de la protuberancia, en donde determina el surco basilar. El tronco basilar, que en su parte final da una serie de ramitas arteriales que penetran en el tronco del encéfalo por la substancia perforada posterior, acaba bifurcándose en *dos arterias cerebrales posteriores*.

Ramas laterales de la arteria vertebral llegan a la lámina tectoria del ventrículo y forman sus plexos coroideos.

El *s u e l o d e l c u a r t o v e n t r í c u l o*, solamente visible cuando se reseca el techo, destaca como una fosa en forma de rombo (*fosa romboidea*), que está dividida en dos partes simétricas por un surco longitudinal, el *surco medio*. Este surco corresponde a la línea que separa la placa basal de un lado de la del otro.

Por fuera del surco medio, la fosa romboidea está recorrida a cada lado por otro surco, el *surco limitante* (SL) (fig. 129) que es el que separa las placas basal y alar.

Así, entre el surco medio y el surco limitante, el suelo del cuarto ventrículo corresponde a la placa basal y destaca en forma de eminencia hacia la luz del ventrículo. Es la *eminencia medial*, en la que a su vez hay que distinguir relieves formados por núcleos que están en profundidad. Hay un relieve superior, determinado por el núcleo de oculomotor externo (OME) y por la rodilla del nervio facial, llamado *eminencia*

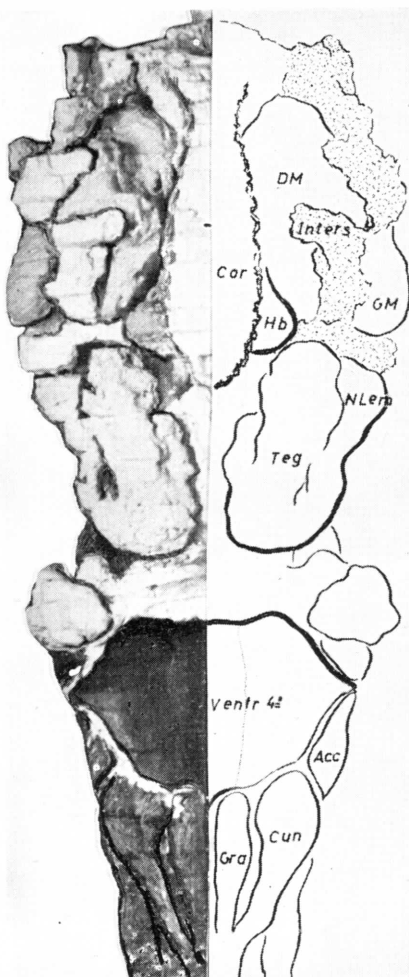


FIG. 137

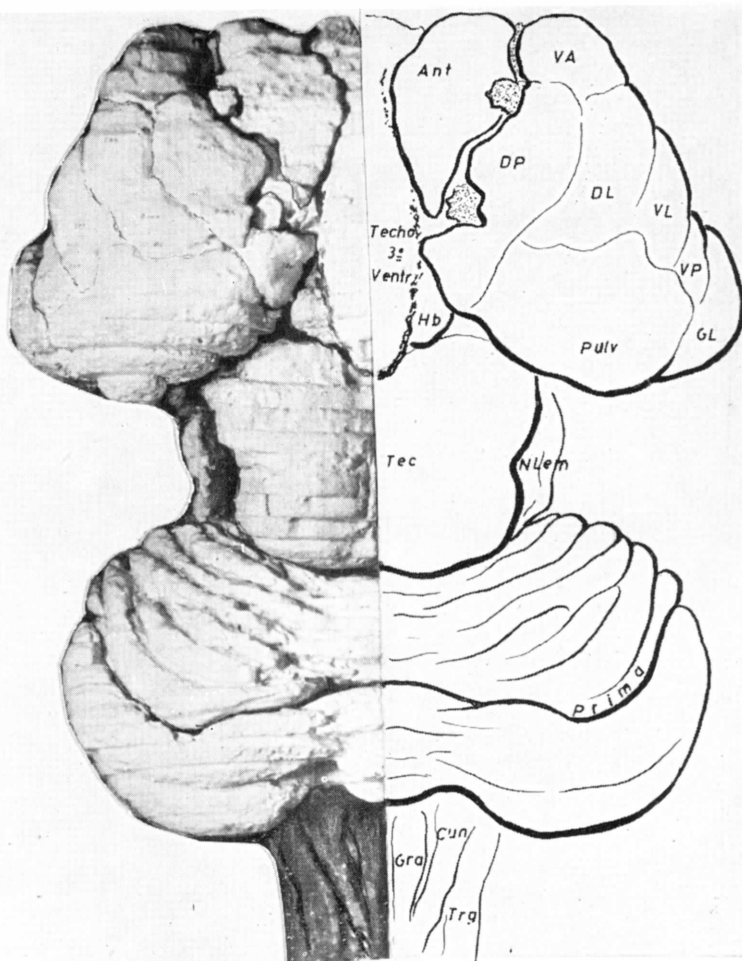


FIG. 138

FIGS. 137 y 138. — Visión posterior del neuroeje de la reconstrucción indicada anteriormente. En la figura 137 se ha retirado el cerebelo y los núcleos envolventes del tálamo y tectos. En la figura 138, en cambio, el cerebelo, tectos y tálamo se conservan íntegros en su posición apropiada.

redonda (o colículo del facial); otro relieve es inferior y está originado por el núcleo del hipogloso, por lo que se denomina trígono del hipogloso (Hi) o *ala blanca interna.*

A su vez, en el surco limitante hay que distinguir dos dilataciones, una alta y otra baja, que reciben los nombres de fositas superior e inferior. La *fosita inferior* está inmediatamente por fuera del ala blanca interna y tiene un color grisáceo, a lo que debe también la denominación de *ala gris,* la cual corresponde en profundidad a los núcleos cardioneumoenterorrenal (núcleo dorsal visceromotor del vago) (V) y del ala gris (AlGr) (núcleo dorsal viscerosensitivo del vago). La *fosita superior* se sitúa por fuera de la eminencia redonda. El surco limitante, por encima de la fosita superior, presenta una zona muy negruzca, conocida con el nombre de *locus ceruleus* (LC), color que es debido a la existencia en profundidad de células pigmentadas, que probablemente pertenecen al núcleo mesencefálico del trigémino.

La amplia zona triangular que se extiende en el suelo del cuarto ventrículo, por fuera del surco limitante, es el *ala blanca ex-*

terna (o área vestibular) (Ves), que en profundidad corresponde a los núcleos vestibulares.

Como ya se ha dicho en un capítulo anterior, la parte superficial del suelo del cuarto ventrículo está recorrida transversalmente por unas estrías, las *estrías acústicas* (o estrías medulares del cuarto ventrículo), que desde el tubérculo acústico se dirigen hacia el surco medio.

Por último, en la parte lateral y más baja del cuarto ventrículo, hacia la altura del ala gris, hay una zona estrecha, muy vascularizada y constituida por glía. Es el *área postrema,* cuya función aún no es muy clara, pero parece que influye en la filtración del líquido cefalorraquídeo a nivel del plexo coroideo.

ORIGEN APARENTE DE LOS NERVIOS CRANEALES III AL XII

Se denomina *origen aparente* de los nervios craneales al punto de la superficie del tronco del encéfalo por donde emergen tales nervios.

El *nervio oculomotor común* (OMC) (tercer par) atraviesa el espacio perforado posteriormente, muy cerca del borde interno del pedúnculo cerebral.

El *nervio patético* (Pt) (cuarto par), sale del tronco del encéfalo por debajo de los tubérculos cuadrigéminos inferiores.

El *nervio trigémino* (Tr) (quinto par) emerge de la protuberancia; consta de la porción mayor (o sensitiva) y, por debajo de ella, de la porción menor (o motora).

El *nervio oculomotor externo* (OME) (sexto par) sale por el surco bulboprotuberancial por encima de la pirámide.

Por fuera del sexto par, pero emergiendo también por el surco bulboprotuberancial, se encuentra el séptimo par (*nervio facial + nervio intermedio*) (F) y el octavo par (*nervio estatoacústico*) (Es Ac).

Los pares noveno (*glosofaríngeo*) (GF), décimo (*neumogástrico*) (NG) y decimoprimero (*espinal*) (Es), tienen su origen aparente en el surco lateral posterior.

El *nervio hipogloso* (Hi) (decimosegundo par) emerge por el surco lateral anterior entre la pirámide y la oliva bulbar.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

CONFIGURACIÓN EXTERIOR DEL TRONCO DE ENCÉFALO. *Cuarto ventrículo*. Origen aparente de los nervios craneales. Acueducto del mesencéfalo = Acueducto de Silvio. Pedúnculos cerebelosos. PEDÚNCULOS CEREBRALES. PROTUBERANCIA. BULBO. Espacio perforado posterior. Pirámide bulbar. Oliva bulbar. Decusación piramidal. Surco bulboprotuberancial. Agujero ciego. Núcleo grácil = Clava = Núcleo de Goll. Núcleo cuneiforme = Núcleo de Burdach. Tubérculos cuadrigéminos superiores. Tubérculos cuadrigéminos inferiores. Receso lateral del 4.º ventrículo. Techo del 4.º ventrículo. Velo medular superior del 4.º ventrículo = Válvula de Wieussens. Velo medular inferior del 4.º ventrículo = Válvula de Tarin. Telas coroideas del 4.º ventrículo. Abertura media de la tela coroidea del 4.º ventrículo = Agujero de Magendie. Aberturas laterales del 4.º ventrículo = Agujeros de Luschka. Arteria vertebral. Tronco basilar. Arterias cerebrales posteriores. Suelo del 4.º ventrículo. Surco limitante del suelo del 4.º ventrículo. Eminencia redonda del 4.º ventrículo. Ala blanca interna. Ala gris. Ala blanca externa. Estrías acústicas. Area postrema. Nervios craneales = Pares craneales.

CAPÍTULO 26

CONSTITUCIÓN DE LOS NERVIOS CRANEALES QUE CORRESPONDEN AL TRONCO ENCEFÁLICO

Los NERVIOS CRANEALES son los que salen o penetran en el cráneo a través de sus orificios. Son bilaterales y constituyen los llamados doce PARES CRANEALES. Salvo el primer par (nervios olfatorios) y el segundo par (nervio óptico), todos los nervios craneales emergen del tronco del encéfalo. Más arriba se ha dicho que este punto de emergencia se denomina *origen aparente.*

La constitución de los nervios craneales es compleja. Gran parte de ellos están integrados por fibras muy diferentes desde el punto de vista funcional.

Una de estas fibras conduce impulsos nerviosos eferentes, que desde el tronco del encéfalo se dirigen a los órganos efectores. Estos pueden ser, o bien músculos esqueléticos (fibra muscular estriada de tipo voluntario) o bien glándulas (como la lagrimal, las salivales, etc.) y fibras musculares lisas (involuntarias). Desde un punto de vista didáctico, nosotros llamamos *fibras motoras* a las destinadas a los músculos estriados, sean viscerales (como es el caso de los músculos estriados de la laringe) o no; y *fibras visceromotoras* a las que, en definitiva, acaban en las glándulas o en la musculatura lisa. Las fibras motoras y las visceromotoras proceden, respectivamente, de los núcleos neuromusculares y parasimpáticos del tronco del encéfalo. Por lo tanto, el *origen real* de las fibras son aquellos núcleos.

Otras fibras vehiculan impulsos nerviosos aferentes al tronco del encéfalo, que proceden de los estímulos captados y transformados en corriente nerviosa a nivel de los distintos receptores. También, desde un punto de vista didáctico, llamamos *fibras sensitivas* a las que transmiten impulsos que, por lo general, se hacen conscientes (sensibilidades exteroceptiva y propioceptiva), y *fibras viscerosensitivas,* a las que canalizan los estímulos que no se hacen conscientes (sensibilidad interoceptiva). Tanto las unas como las otras concentran los somas de las primeras neuronas en ganglios.

Ya se ha advertido que los ganglios sensitivos no deben ser confundidos con los ganglios parasimpáticos, primera estación de relevo de las fibras visceromotoras, que están siempre muy alejados del neuroeje. A continuación, y basándose en los conocimientos adquiridos en capítulos precedentes, exponemos sucintamente la constitución de cada uno de los pares craneales, a la vez que recopilamos algunos datos también conocidos (ver, fundamentalmente, figs. 106, 122, 131 y 123).

TERCER PAR O NERVIO OCULOMOTOR COMÚN

Origen aparente: espacio perforado posterior.

Nervio motor integrado por fibras motoras y visceromotoras.

Fibras motoras. Su origen real en el núcleo del oculomotor común (mesencéfalo), destinadas a los músculos extrínsecos del globo ocular, con excepción de los músculos oblicuo superior y recto externo.

Fibras visceromotoras. Su origen real en el núcleo ciliar parasimpático (mesencéfalo); recambio en el ganglio ciliar; destino final: músculos ciliar y esfínter de la pupila.

CUARTO PAR O NERVIO PATÉTICO (N. Troclear)

Origen aparente: por debajo de los tubérculos cuadrigéminos inferiores.

Nervio motor, constituido exclusivamente por *fibras motoras*, que inervan al músculo oblicuo superior del globo ocular. El origen real de estas fibras es el núcleo del patético (mesencéfalo).

QUINTO PAR O NERVIO TRIGÉMINO

Origen aparente: de la parte lateral y media de la protuberancia.

Este nervio está constituido por tres ramas, de las cuales las dos primeras son exclusivamente sensitivas, mientras que la tercera es mixta.

La TERCERA RAMA está integrada por fibras motoras y fibras sensitivas. Las *fibras motoras* se originan en el núcleo masticador (o núcleo motor del trigémino, situado en la protuberancia) y están destinadas a los músculos masticadores. Las *fibras sensitivas* de la tercera rama, al igual que las de la segunda y primera, concentran sus somas neuronales en el ganglio de Gasser y terminan en el núcleo sensitivo del trigémino (protuberancia y bulbo).

SEXTO PAR O NERVIO OCULOMOTOR EXTERNO (N. abducens)

Origen aparente: en el surco bulbo protuberancial, por encima de la pirámide bulbar.

Está constituido exclusivamente por *fibras motoras*, que se originan en el núcleo del oculomotor externo (protuberancia) e inervan al músculo recto externo del globo ocular.

SÉPTIMO PAR = NERVIO FACIAL + NERVIO INTERMEDIO

Origen aparente: en el surco bulboprotuberancial, por fuera del anterior.

Como séptimo par se incluyen dos nervios, el facial e intermedio, que van muy juntos.

El NERVIO FACIAL está constituido por *fibras motoras*, que se originan en el núcleo del facial (protuberancia) y que inervan a la musculatura mímica.

El NERVIO INTERMEDIO (de Wrisberg) resulta de la unión de lo que hemos llamado nervios supra- e infratimpánico, los cuales forman las *fibras sensitivas* gustativas del séptimo par, cuyos somas neuronales se concentran en el ganglio geniculado. Las prolongaciones centrales penetran en el tronco del encéfalo, integran el haz solitario y terminan en la parte superior del núcleo del haz solitario (bulbo).

El séptimo par tiene también un *componente visceromotor*. Son las fibras parasimpáticas que se originan en los núcleos lacrimomuconasal y salival superior (protuberancia). Las fibras parasimpáticas del lacrimomuconasal caminan con el nervio supratimpánico; hacen recambio en el ganglio esfenopalatino (en nómina actual, ganglio pterigopalatino), y las fibras postganglionares inervan la mucosa nasal y la glándula lagrimal. Las fibras parasimpáticas del núcleo salival superior caminan juntamente con las del nervio infratimpánico, y con ellas forman la cuerda del tímpano; la sinapsis es a nivel del ganglio submaxilar (o ganglio submandibular) e inervan a las glándulas salivales submaxilar y sublingual.

OCTAVO PAR O NERVIO ESTATOACÚSTICO O NERVIO VESTIBULOCOCLEAR

Origen aparente: en el extremo lateral del surco bulboprotuberancial, por fuera del séptimo par. Por el hecho de que este nervio es exclusivamente sensorial y de que, por lo tanto, todas sus fibras sean aferentes al tronco del encéfalo, se debiera hablar de una terminación aparente, en lugar de un origen aparente.

El octavo par consta de dos porciones: la vestibular y la coclear.

La PORCIÓN VESTIBULAR inicia sus fibras en los receptores del utrículo, sáculo y conductos semicirculares. Los somas neuronales de estas fibras se concentran en el ganglio vestibular; las prolongaciones centrales terminan en los núcleos vestibulares (que se sitúan fundamentalmente en la protuberancia, aunque también en la parte alta del bulbo).

La PORCIÓN COCLEAR está constituida por fibras que se inician en el órgano espiral (de Corti), a cuyo nivel son captados los estímulos acústicos y transformados en corriente nerviosa; lo somas neuronales se concentran en el ganglio espiral (de Corti) y sus prolongaciones centrales se dirigen al tronco del encéfalo, terminando en los núcleos cocleares ventral y dorsal (situados en la zona de tránsito de la protuberancia al bulbo).

NOVENO PAR O NERVIO GLOSOFARÍNGEO

Origen aparente: parte alta del surco lateral posterior del bulbo.

Es un nervio muy complejo, pues está constituido por fibras motoras, visceromotoras, sensitivas y viscerosensitivas.

Fibras motoras. — Se originan en la parte alta del núcleo ambiguo (bulbo). Estas fibras inervan a la musculatura estriada deglutora (músculos de la faringe).

Fibras visceromotoras. — Su origen real es el núcleo parasimpático salival inferior (bulbo), cuyos axones —fibras preganglionares— forman parte de la rama del nervio glosofaríngeo llamada nervio de Jacobson. El recambio es en el ganglio ótico, en donde se originan las fibras postganglionares, que inervan la glándula salival parótida.

Fibras sensitivas. — Se inician en los receptores de la mucosa de la faringe y de la mucosa de la porción faríngea de la lengua (por detrás de

la V lingual). Los somas de sus neuronas se concentran en el ganglio superior o intracraneal (ganglio de Ehrenritter); las prolongaciones centrales penetran en el tronco del encéfalo, contribuyendo a formar el haz solitario. Estas fibras terminan en la parte media del núcleo del haz solitario.

Fibras viscerosensitivas. — Se inician en los barorreceptores del seno carotídeo, que captan los aumentos de presión sanguínea y los transforman en corriente nerviosa. Otras viscerosensitivas son las que transmiten impulsos nerviosos, determinados por los aumentos de tensión de anhídrido carbónico a nivel de los quimiorreceptores del cuerpo carotídeo. Unas y otras constituyen el nervio carotídeo (nervio de Hering), que se incorpora al glosofaríngeo. Los somas neuronales de estas fibras se concentran en el ganglio inferior o extracraneal (de Andersch). Las prolongaciones centrales penetran en el tronco del encéfalo, en donde las fibras presoceptivas hacen recambio en el núcleo del ala gris, que puede ser considerado como núcleo terminal. A este núcleo, situado en el bulbo, se le designa también con el nombre de núcleo dorsal viscerosensitivo.

DÉCIMO PAR O NERVIO VAGO O NERVIO NEUMOGÁSTRICO

Origen aparente: surco lateral del bulbo, por debajo del nervio glosofaríngeo.

Al igual que el nervio anterior, el neumogástrico es muy complejo, pues está integrado por fibras motoras visceromotoras, sensitivas y viscerosensitivas.

Fibras motoras. — Su origen real es la parte inferior del núcleo ambiguo (bulbo), cuyos axones caminan con el neumogástrico para individualizarse como una rama colateral de este nervio. Esta rama, principal representante de las fibras motoras, es el nervio laríngeo inferior o recurrente, que inerva a los músculos propios de la laringe. Sin embargo, también hay fibras motoras que van con el ramo externo del nervio laríngeo superior (otra colateral del neumogástrico) y que inervan al músculo cricotiroideo y a algunos músculos de la faringe.

Fibras visceromotoras. — El origen real de estas fibras es el núcleo parasimpático cardioneumoenterorrenal o núcleo dorsal del vago, cuyos axones constituyen las fibras preganglionares. El relevo se realiza en ganglios o en acúmulos ganglionares, próximos a los órganos a que están destinadas o en el espesor de los mismos.

Fibras sensitivas. — Las principales fibras sensitivas se inician en lo receptores de la mucosa laríngea y de la mucosa del resto de las vías respiratorias. El nervio sensitivo más representativo es el nervio laríngeo superior, que se describe como una colateral del neumogástrico. Los somas neuronales se concentran fundamentalmente en el ganglio extracraneal o ganglio inferior, según la nómina actual (recibe también los nombres de ganglio plexiforme y ganglio nodoso). Las prolongaciones centrales llegan al tronco del encéfalo, contribuyen a formar el haz solitario y terminan en la parte inferior del núcleo del haz solitario.

Fibras sensitivas son también las que integran el llamado ramo auricular del vago, que recoge sensibilidad del conducto auditivo externo. Sus somas neuronales se concentran en el ganglio intracraneal o ganglio yugular (también llamado ganglio superior) y en el tronco del encéfalo terminan en el núcleo sensitivo del trigémino. Este ramo auricular del vago, al igual que el ramo auricular del nervio facial, terminan, aunque parezca paradójico, en el núcleo sensitivo del trigémino, por lo que nos permitimos considerar que los ramos auriculares son fibras trigeminales incorporadas a otros nervios. La incorporación a otros nervios tiene una explicación ontogénica, si se tiene en cuenta la formación embrionaria del pabellón de la oreja.

Fibras viscerosensitivas. — El componente viscerosensitivo del neumogástrico está integrado por distintos tipos, de las que destacamos solamente las que hemos estudiado en capítulos precedentes: 1) Las fibras presoceptivas, que se inician en los barorreceptores del cayado de la aorta. Caminan con un nervio cardíaco especial (nervio depresor, según los fisiólogos) con los somas neuronales en el ganglio inferior del neumogástrico; las prolongaciones centrales terminan en el núcleo viscerosensitivo dorsal del vago. 2) Fibras que transmiten las elevaciones de la tensión de anhídrido carbónico desde los quimiorreceptores del cuerpo aórtico. Su soma neuronal está también en el ganglio inferior. 3) Fibras que transmiten la dilatación de los conductos alveolares y que llevan impulsos inhibidores de la inspiración.

DECIMOPRIMER PAR O NERVIO ESPINAL (N. accessorius)

Origen aparente: El nervio espinal emerge del neuroeje por dos clases de raíces: las craneales o bulbares, que salen por el surco lateral posterior, por debajo del neumogástrico; y las raíces espinales, que emergen del cordón lateral de los primeros tramos de la médula cervical.

Este nervio puede ser considerado exclusivamente motor, cuyo origen real es el núcleo del espinal, que se localiza en los primeros mielómeros cervicales y aun se prolonga un tanto por la parte caudal del bulbo. Los músculos que inerva son el esternocleidomastoideo y el trapecio.

Esta consideración requiere la explicación que se dic en el capítulo primero.

DECIMOSEGUNDO PAR O NERVIO HIPOGLOSO

Origen aparente: surco lateral anterior, entre la pirámide y oliva bulbares.

Nervio constituido por *fibras motoras,* que nacen del núcleo del hipogloso (bulbo) e inervan a los músculos de la lengua.

Hemos de advertir al lector que la actual nómina tiende a simplificar la nomenclatura, que en el caso del S. N. C. se hace muy compleja por el gran número de términos sinónimos que existen. Nosotros hemos querido dar en algunos casos las distintas sinonimias, aun a sabiendas de la falta de fluidez y de claridad que algunas veces entraña este propósito. Por ejemplo, es más sencillo hablar de un ganglio superior y de un ganglio inferior del nervio neumogástrico, términos que son los aceptados por la nómina, y olvidar sus sinónimos. Pero como la mayor parte de nuestros lectores son estudiantes de los primeros cursos de Medicina, hemos creído necesario utilizar también los sinónimos, porque probablemente en los textos de Clínica que luego manejan, verán con mucha más frecuencia los términos de ganglios yugulares y plexiforme o nodoso, en el ejemplo citado, que los de superior o inferior.

Otro caso de la mayor simplicidad que presupone el uso de la nómina es el referente a los núcleos del ala gris (viscerosensitivos del neumogástrico y del glosofaríngeo) y al cardioneumoenterorrenal. Todos ellos son englobados con el término de núcleo dorsal del nervio vago, inclusive el viscerosensitivo del glosofaríngeo. A propósito de este último, hemos de añadir que hay autores que lo designan con el nombre de núcleo redondo.

CAPÍTULO 27

ORGANIZACIÓN TOPOGRÁFICA DEL TRONCO DEL ENCÉFALO DEMOSTRADA EN RECONSTRUCCIONES ESTEREOMÉTRICAS Y ESTUDIADA EN CORTES TRANSVERSOS. ORGANIZACIÓN MOTORA

En los capítulos precedentes se ha hecho el estudio sistemático funcional del tronco del encéfalo, y en el último se le ha referido a su morfología externa. Queda aún por considerar las relaciones que guardan entre sí los núcleos, centros y vías nerviosas, así como precisar los distintos niveles que ocupan en el tronco del encéfalo.

Un modo clásico, y casi imprescindible en una obra de S.N.C., de hacer este estudio, es mediante el análisis de cortes transversos a distintas alturas del neuroeje.

La interpretación de los cortes es un tanto difícil y compleja para los que se inician en el estudio del S.N.C. Por ello, nos permitimos hacer al estudiante algunas sugerencias que le ayuden en este somero análisis. En primer lugar deben de fijarse los detalles de configuración externa que aparecen en el contorno del corte, y en los de la sección de la luz (epéndimo, cuarto ventrículo, acueducto mesencefálico). Con ello se podrá determinar la altura a que está dado el corte, o dicho con otras palabras, se podrá averiguar si el corte es mesencefálico, protuberancial o bulbar, en el caso de que se trate del tronco encefálico.

Tras esta determinación, se habrá de tener presente una serie de detalles de indudable utilidad. Por ejemplo: los núcleos neuromusculares de la columna somática medial (núcleos del oculomotor común, del patético, del oculomotor externo y del hipogloso) son posteriores y suelen localizarse en la substancia gris central adyacente a la placa basal; si en esta placa, tras saber la altura a que está dado el corte, el estudiante es capaz de localizar detalles como los de la eminencia redonda o ala blanca interna, podrá interpretar los núcleos neuromusculares correspondientes como los del oculomotor externo o del hipogloso, respectivamente. Siguiendo este mismo plan deductivo, los núcleos de la substancia gris central vecinos al surco limitante son parasimpáticos, y los adyacentes a la placa alar son núcleos sensitivos, y si esta placa forma ala blanca externa se trata de núcleos vestibulares.

Con el fin de facilitar la interpretación, en los cortes superiores del tronco del encéfalo existe la posibilidad pedagógica de distinguir cuatro zonas o panoramas (destacables por reconstrucción estereométrica) (ver leyenda y figs. 133, 134, 135, 136, 137 y 138), que de adelante a atrás son:

1.° *Panorama piramidal-metapiramidal.*— Está constituido por las vías piramidales y

por los que hemos llamado centros metapiramidales (substancia negra y núcleos del puente) (fig. 133).

2.° *Panorama de la cinta de Reil,* formado por las vías ascendentes.

3.° *Panorama extrapiramidal,* integrado por los núcleos, centros y haces extrapiramidales (figs. 134 y 135).

En este plano se localizan también los núcleos neuromusculares de la columna somática lateral (núcleo motor del trigémino o núcleo masticador, núcleo del facial y núcleo ambiguo) y el núcleo sensitivo del trigémino.

4.° *Panorama nuclear,* que es el más profundo. Debe su nombre a que en él se localizan los núcleos motores, parasimpáticos y sensitivos, que quedan junto a la matriz ependimaria (fig. 136).

Para simplificar este estudio, hemos elegido muy pocos cortes: uno mesencefálico, otro protuberancial y dos bulbares. De estos dos últimos, el más inferior marca límite de transición con la médula. Finalmente, presentamos uno comparativo dado a nivel de la médula cervical.

Con el mismo fin de simplificar la interpretación de las estructuras nerviosas en cortes transversos del tronco del encéfalo, no queremos que se pierda el matiz funcional, y por ello dividimos el estudio en dos partes. En la primera se trata la organización motora; en una segunda parte, y sobre los mismos cortes, se hará el estudio de la organización sensitiva.

Sin embargo, antes de entrar de lleno en la interpretación de las estructuras nerviosas motoras y sensitivas, analicemos el contorno periférico y el de la luz de los cortes.

La configuración del CORTE MESENCEFÁLICO (figs. 139 y 144) permite distinguir el contorno de los pedúnculos cerebrales, de la calota o tegmento y de los tubérculos cuadrigéminos, que a este nivel corresponden a los superiores (CS). Por ello, puede ser definido como *corte mesencefálico a nivel de los tubérculos cuadrigéminos superiores.* Entre los pedúnculos se observa el espacio perforado posterior (Perf) y la emergencia de un nervio que no puede ser m á s q u e e l o c u l o m o t o r común (NMOC).

En el interior del corte, pero próximo a la parte dorsal, se ha seccionado el acueducto del mesencéfalo, rodeado por la substancia gris central.

El CORTE PROTUBERANCIAL (figs. 140 y 145) ofrece en su parte ventral, como datos de referencia externa, el surco basilar. A cada lado está flanqueado por los pedúnculos cerebelosos medios (P Cbl P Cbl M).

El cuarto ventrículo ha sido seccionado en su mitad superior, en donde empieza a estrecharse. En el suelo del cuarto ventrículo se distingue el surco medio, que separa a ambas placas basales, las cuales forman aquí la eminencia redonda causada por el núcleo oculomotor externo (OME). Este dato permite completar la definición del corte, como *corte protuberancial a nivel de la eminencia redonda.*

El contorno del CORTE BULBAR superior (fig. 141 y 146) permite distinguir muchos detalles de su configuración, tales como la fisura media anterior, la pirámide, el surco lateral anterior, el relieve de la oliva bulbar (Ol I), el surco lateral posterior y el pedúnculo cerebeloso inferior (P Cbl I).

La luz ventricular es muy ancha, por lo que este *corte* tiene que estar dado en la *parte superior del bulbo.* Desde el surco medio del suelo del cuarto ventrículo hacia afuera, se pueden señalar: la placa basal, que corresponde al ala blanca interna o trígono del hipogloso (Hip); el surco limitante, que a este nivel deja de ser un surco para convertirse en una fosita (la fosita inferior), llamada también trígono del vago, que no debe confundirse con el ala gris, producida por el núcleo del ala gris (A Gr). Por fuera está el ala blanca externa, motivada por el núcleo vestibular medial (Vest M).

El contorno periférico del CORTE BULBAR inferior (figs. 142 y 147) recuerda a los de la médula espinal. Sin embargo, hay un detalle de configuración que permite distinguirlo de las secciones medulares. Es el profundo surco medio posterior, que en los cortes medulares apenas se insinúa. El cuarto

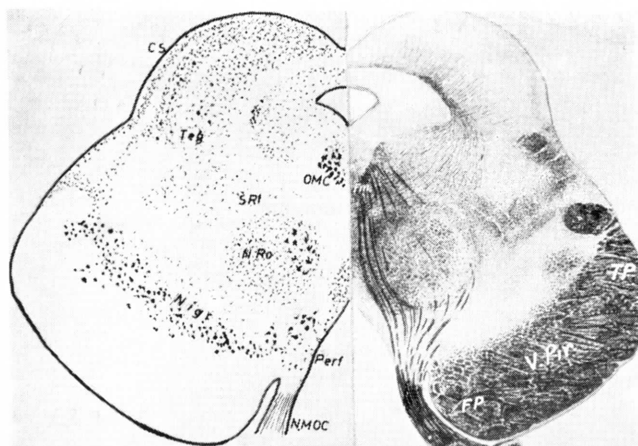


FIG. 139



FIG. 140

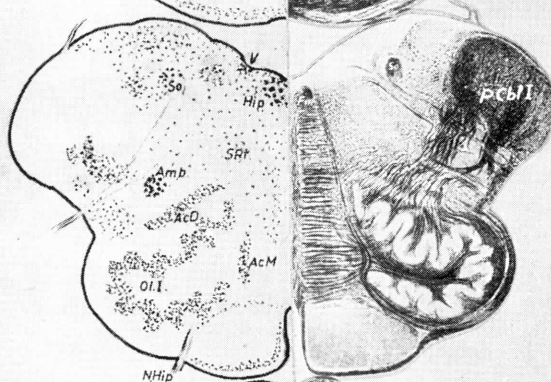


FIG. 141

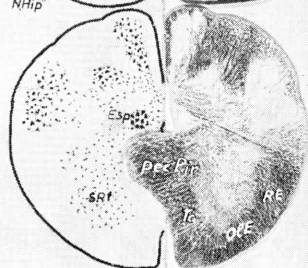


FIG. 142

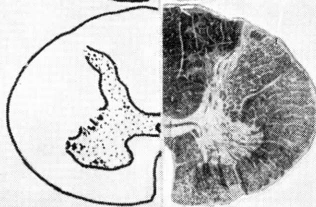


FIG. 143

FIGS. 139, 140, 141, 142 y 143. — Mostrando secciones transversales sucesivas del tronco encefálico, donde se destaca la sistematización motora, según el texto.

ventrículo aún no ha comenzado a formarse y es un exiguo canal central, que apenas se diferencia del epéndimo medular, y está rodeado de substancia gris central. Todos estos detalles permiten deducir que se trata de un *corte de la parte inferior del bulbo.*

Los cortes de las figuras 143 y 148 corresponden a la médula cervical.

ORGANIZACIÓN MOTORA DEL TRONCO DEL ENCÉFALO SISTEMATIZADA EN CORTES (figs. 139 a 143)

Corte mesencefálico a nivel de los tubérculos cuadrigéminos superiores (fig. 139)

En este corte es posible distinguir de adelante a atrás las cuatro zonas (piramidal-metapiramidal, cinta de Reil, extrapiramidal y nuclear), de las que ahora haremos referencia si corresponden a estructuras nerviosas motoras (son todas, pues, con excepción de la zona de la cinta de Reil).

Zona piramidal-metapiramidal. — Ocupa todo el pedúnculo cerebral. Por su parte anterior o pie del pedúnculo descienden las *vías piramidales* (V Pir); la parte posterior del pedúnculo está ocupada por la *substancia negra* (Nigr), que es el representante metapiramidal a este nivel.

En este corte, las vías piramidales están integradas por los haces corticoespinal y corticonuclear. Por los extremos laterales y medial de los pies pedunculares descienden, respectivamente, los *haces temporopóntico* (Tp) y *frontopóntico* (Fp).

Zona extrapiramidal. — Se sitúa en la calota mesencefálica y existen representantes de las tres partes en que hemos dividido la substancia intercalar motora del tronco del encéfalo (capítulo II).

Hay representación de la *substancia reticular* difusa (S Rt) y de la parte estaticopostural, pues se ha seccionado el *núcleo rojo* (N Ro). En cuanto a la parte tegmental es posible que haya sido sorprendido el centro de la acomodación (núcleo de Perlia) entre los núcleos del oculomotor común de ambos lados (OMC); los *tubérculos cuadrigéminos superiores* (CS) dejan ver su disposición laminada.

Zona nuclear. — Próximo a la substancia gris central está el *núcleo del oculomotor común* (OMC), cuya parte ventral está flanqueada por la *cintilla longitudinal posterior* (Fm).

Si el corte fuera un poco superior, se podría observar el núcleo parasimpático ciliar, y si fuera inferior, se vería el núcleo del patético en lugar del oculomotor común.

Corte protuberancial a nivel de la eminencia redonda (fig. 140)

En este corte también existe la posibilidad de distinguir los cuatro planos.

Plano piramidal-metapiramidal. — Las formaciones nerviosas de este plano, que ocupan la amplia zona denominada *porción basilar* de la protuberancia son las *vías piramidales* (V Pir) y los *núcleos del puente* (N Pont).

Las vías piramidales formadas por haces corticoespinales y corticonucleares no son compactas, sino que se desflecan para sortear a los núcleos. En este plano pueden observarse fibras transversales, que son pontocerebelosas, en dirección hacia los pedúnculos cerebelosos medios (P Cbl M).

Zona extrapiramidal. — La substancia reticular rellena gran parte de este plano y forma distintos centros funcionales. En este corte podría localizarse algún centro de las sinergias oculares, tal como el del paralelismo lateral.

La parte estaticopostural extrapiramidal está representada por el *núcleo vestibular lateral* (Dei), que dentro de este plano queda muy dorsal. En la parte posterior de la línea media desciende la *cintilla longitudinal posterior* (Fm) y, por delante de ella, el *haz tectoespinal.*

En la zona extrapiramidal de este corte hay un núcleo neuromuscular de la columna lateral, el *núcleo del facial* (Fac), cuyos axones, que han de formar nervio facial, pueden distinguirse perfectamente en la mitad izquierda de la figura, dirigiéndose ha-

cia atrás y abrazando al núcleo del oculomotor externo (rodilla del facial). Por dentro del núcleo del facial, y sin poder ser localizado por precisión en la figura, desciende el *haz rubroespinal.*

Si el corte protuberancial hubiera sido un poco más alto, en lugar del núcleo del facial, pero en su misma posición, se podría ver el núcleo del masticador.

Zona nuclear. — Muy próximo a la placa basal se encuentra el *núcleo del oculomotor externo* (OME), abrazado, como ya se ha dicho, por la rodilla del facial. Las neuronas que hay junto al surco limitante, pueden ser las de un núcleo parasimpático, que a este nivel es el *núcleo lacrimomuconasal.*

Corte de la parte superior del bulbo (fig. 141)

En este corte, y en los inferiores, la sistematización topográfica en cuatro zonas también se aprecia.

En su parte anterior o más ventral caminan las *vías piramidales* (V Pir), integradas fundamentalmente por los haces corticoespinales.

Inmediatamente por detrás y por fuera de estas vías, se ha seccionado el *núcleo olivar inferior* (Ol I), representante de la parte estaticopostural, y que en el corte tiene la forma de una lámina nerviosa plegada a modo de bolsa, cuya abertura o hilio mira hacia adentro.

La parte plegada es la principal del núcleo, pero hay posibilidad de distinguir un *núcleo accesorio medial* (AcM) y otro *dorsal* (AcD). Este complejo nuclear está rodeado por fibras; a través del hilio salen los axones que van hacia el cerebelo y hacia la médula espinal.

La *substancia reticular* (S Rt) ocupa una amplia zona dorsal con respecto al núcleo olivar inferior.

A este nivel, la substancia reticular forma agrupaciones neuronales, que algunos investigadores les dan la consideración de núcleos. Tal es, por ejemplo, el llamado *núcleo reticular lateral,* cuyos axones se conectan con los núcleos neuromusculares de la médula, sobre los que parecen ejercer una acción inhibidora. Para algunos investigadores el núcleo reticular lateral sería también una estación de relevo entre la médula y el cerebelo.

Hacia el centro de la substancia reticular, destaca el *núcleo ambiguo* (Amb), que es el núcleo de origen de las figras motoras de los nervios glosofaríngeo y neumogástrico.

Junto al epitelio ependimario, la substancia gris central forma la *zona nuclear,* en la que hay que distinguir un núcleo adyacente a la placa basal. Es el *núcleo del hipogloso* (Hip), cuyos axones, que forman el nervio hipogloso (N Hip), atraviesan el bulbo en sentido posteroanterior en busca del surco lateral anterior, por donde emergen. A nivel del surco limitante, que es ancho, se encuentra un núcleo parasimpático: el nucleomotor dorsal del vago o *cardioneumoenterorrenal* (V).

Los cortes superiores del bulbo, como los de esta figura, presentan una estructura medial muy característica, que recibe el nombre de *rafe.* El límite lateral del rafe son los axones del núcleo del hipogloso. El rafe está constituido por agrupaciones neuronasales de sustancia reticular (que algunos llaman *núcleos del rafe*) y por fibras. Por la parte más dorsal del rafe desciende la *cintilla longitudinal posterior* (Fm); por delante de ella, el *haz tectoespinal* (Te). A su vez, por delante de este haz, y también por el rafe, descienden las fibras del núcleo vestibular lateral con destino a los núcleos neuromusculares medulares del mismo lado, y que forman el *vestibuloespinal directo* o haz *deiteroespinal* (Dei), mientras que el *haz vestibuloespinal cruzado* desciende en posición dorsal con respecto al núcleo olivar inferior, por fuera ya del rafe.

En las proximidades del núcleo reticular lateral (RL), y por lo tanto por detrás del núcleo olivar inferior y también por fuera del rafe, desciende otro haz extrapiramidal, el *haz rubroespinal.*

Corte de la parte inferior del bulbo (fig. 142)

Las *vías piramidales,* constituidas exclusivamente por los haces corticoespinales,

dan la nota característica al corte, pues han sido sorprendidas en el momento de su *decusación* (Dec Pir).

No hay formaciones grises extrapiramidales, con la excepción de la *substancia reticular difusa* (SRt), que a este nivel tiende a semejarse a las astas anteriores de la médula. El resto de las formaciones extrapiramidales está representado por los haces descendentes, que se sitúan en la substancia blanca que envuelve a las formaciones grises reticulares. Así, el *haz tectoespinal* (Tc) se sitúa en posición medial con respecto a la substancia reticular y se confunde un tanto con las fibras piramidales decusadas. Los haces estaticoposturales se localizan: el *rubroespinal* (RE), por fuera y un poco por detrás de la substancia reticular; el *olivoespinal* (OlE) en las proximidades del surco lateral anterior, en la parte periférica del corte.

En la substancia gris central, que rodea al canal central o luz del bulbo a este nivel, se puede señalar la sección del *núcleo neuromuscular del espinal* (Esp).

El CORTE DE LA MÉDULA CERVICAL puede ser referido en este estudio comparativo al de la figura 84.

CAPÍTULO 28

ORGANIZACIÓN SENSITIVA DEL TRONCO DEL ENCÉFALO SISTEMATIZADA EN CORTES TRANSVERSALES (figs. 144 a 148)

Con excepción del núcleo sensitivo del trigémino, el resto de los núcleos sensitivos se sitúan en los cortes superiores del tronco del encéfalo en el plano nuclear, mientras que los haces ascendentes en estos mismos cortes forman un plano propio, el plano de la cinta de Reil, que está inmediatamente detrás del plano piramidal-metapiramidal.

Los haces sensitivos son, como ya se sabe, ascendentes. Por ello, creemos conveniente que la descripción interpretativa de las estructuras nerviosas sensitivas se haga de abajo arriba, comenzando por el corte medular, que ya nos es conocido.

Corte de la médula cervical (fig. 148)

Los núcleos sensitivos de la médula, en donde hacen sinapsis las prolongaciones centrales de las proteoneuronas, se agrupan y forman las *astas posteriores.*

Los axones de estos núcleos ascienden casi todos ellos por el lado contrario, constituyendo las *vías ascendentes* de la médula, que recorren también el tronco del encéfalo.

Existe un *haz lateral espinotalámico lateral* (nociceptivo) que se sitúa en el cordón lateral de la médula; un *haz anterior espinotalámico anterior* (tracto protopático) (A), que asciende por el cordón anterior; y dos *haces espinocerebelosos* (propioceptivos inconscientes), el uno *anterior* o ventral (Cbl V) y el otro *posterior* o dorsal (Cbl D), que caminan por la periferia del cordón lateral (recordar en la fig. 82).

Todos estos haces han recambiado en núcleos del asta posterior de la médula. Pero por los cordones posteriores de la médula (P) van las prolongaciones centrales de las protoneuronas de la sensibilidad epicrítica y propioceptiva consciente, que no tienen núcleos de recambio en la médula. Tales prolongaciones forman el haz del cordón posterior, que puede considerarse dividido en dos fascículos: uno interno o fascículo grácil y otro externo o fascículo cuneiforme, que en la médula son homolaterales.

Corte de la parte inferior del bulbo (fig. 147)

Como representante de las astas posteriores de la médula, en la parte baja del bulbo se encuentra el *núcleo sensitivo del trigémino* (Trg). La substancia blanca que hay en la parte externa de este núcleo corresponde al haz descendente del trigémino (o tracto espinal del trigémino).

La substancia gris que hay en la parte dorsal de este corte, forma los *núcleos grácil* (Gra) o delgado y *cuneiforme* (Cun), que

son las estaciones de relevo de aquel haz del cordón posterior que ascendía por la médula. La substancia blanca que les rodea, representa a los fascículos grácil y cuneiforme.

Los axones de estos núcleos han de constituir el lemnisco medial o interno. Tales axones abrazan la parte lateral y la ventral de la substancia gris central, formando aquí las llamadas *fibras arciformes internas,* y se cruzan con las del lado opuesto a nivel de la parte ventral de la substancia gris central. Este entrecruzamiento, denominado *decusación de los lemniscos,* tiene lugar por encima de la decusación de las pirámides, y por lo tanto por encima del corte que estamos analizando.

El lemnisco interno asciende por el rafe bulbar, es decir, por la línea media, y a él se incorpora el *haz espinotalámico anterior.*

Los *haces espinocerebelosos ventral* (Cbl V) y *dorsal* (Cbl D), así como el *haz espinotalámico lateral* (L), ocupan en lo que podemos considerar cordón lateral de este corte bulbar una posición semejante a la que tenían en la médula.

Corte de la parte superior del bulbo (fig. 146)

A este nivel, el *lemnisco medial* o interno está ya constituido y ocupa una amplia zona de la parte más ventral del rafe bulbar. Está constituido por las fibras recambiadas en los núcleos grácil, cuneiformes y accesorio, que llevan la sensibilidad táctil discriminativa y propioceptiva consciente (sensibilidad profunda) (P), y por el haz espinotalámico anterior (A) vehiculante de la sensibilidad táctil protopática. Obsérvese que los distintos tipos de sensibilidad táctil ascienden por fibras que se agrupan en este manojo que es el lemnisco medial.

En esta altura bulbar es posible ya distinguir los planos extrapiramidal y nuclear.

En el *plano extrapiramidal* se puede encontrar la sección del *núcleo sensitivo descendente del trigémino* (Trg) y el resto de los haces ascendentes que no van con el lemnisco medial. Así, el *haz espinocerebeloso dorsal* (Cbl D) ocupa la periferia del pedúnculo cerebeloso inferior, y con él penetrará en el cerebelo, con lo que desaparece del tronco del encéfalo. Inmediatamente por delante de él, caminando también en periferia y en las proximidades del surco lateral posterior, asciende el *haz espinocerebeloso ventral* (Cbl V). Por dentro de éste, aunque separado por el haz rubroespinal, camina el *haz espinotalámico lateral* (L).

En el *plano nuclear,* inmediatamente por fuera del núcleo motor dorsal del vago y situado también en el ala gris, se ve la sección del *núcleo del ala gris* (A Gr), que es un núcleo viscerosensitivo, en donde hacen recambio las fibras presoceptivas de los nervios glosofaríngeo y neumogástrico [1].

---

[1] Como ya se ha dicho en el capítulo precedente, este núcleo tiene muchos nombres. Hay quien le llama núcleo redondo, aunque refiriéndose a la parte sensorial del glosofaríngeo, desglosada del neumogástrico. En la actual nómina, el núcleo redondo se denomina núcleo dorsal del nervio glosofaríngeo. Ello presupone la existencia de un núcleo sensitivo dorsal del vago. A ambos (núcleo dorsal del nervio glosofaríngeo + núcleo sensitivo dorsal del vago) preferimos darles la denominación de núcleo del ala gris.

Hasta en la nómina actual («Nómina Anatómica»), editada por Excepta Medica Foundation, 1963, que está revisada por el Comité Internacional de Nomenclatura Anatómica y que se basa en los Congresos de Anatomistas de Oxford, 1950; París, 1955, y New York, 1960, aparecen algunas contradicciones con respecto a tales núcleos. Así, en la página 47, en «Sectiones medullae oblongatae» existe el término «nucleus dorsalis n. glossopharyngei», o sea, el núcleo dorsal del n. glosofaríngeo. Sin embargo, en la recopilación de los núcleos S. N. C., página 65, al asignar los distintos núcleos al nervio glosofaríngeo, no nombra ningún núcleo dorsal de este nervio. En esta página 65, los núcleos del nervio glosofaríngeo son: nucl. salivatorius inferior, nucl. ambiguus, nucl. tr. solitarii y nucl. dorsalis n. vagi. En cuanto a los núcleos del n. neumogástrico (fig. 65) son: nucl. dorsalis n. vagi, nucl. ambiguus y n. tr. solitarii.

Si bien es cierto que estos términos han sido recopilados por el Honorary Secretary y que no están aprobados todavía por la I. A. N. C. (Internacional Anatomical Nomenclature Commitee); sin embargo, hay que reconocer la contradicción de la que hablamos anteriormente, y la intención de simplificar la nomenclatura, englobando con el término de nucl. dorsalis n. vagi no solamente al cardioneumoenterorrenal, sino también a los viscerosensitivos del glosofaríngeo y del neumogástrico (núcleos del ala gris).

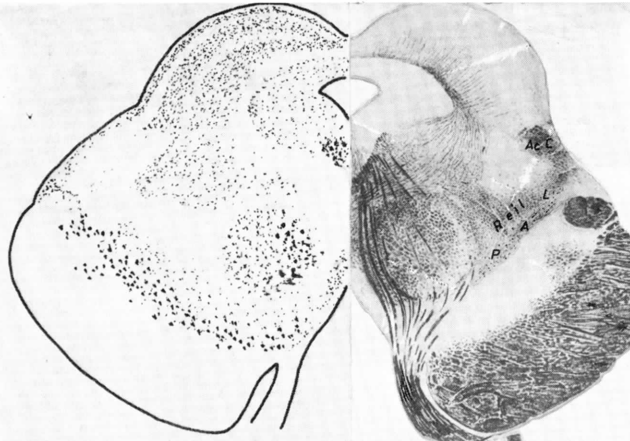


FIG. 144

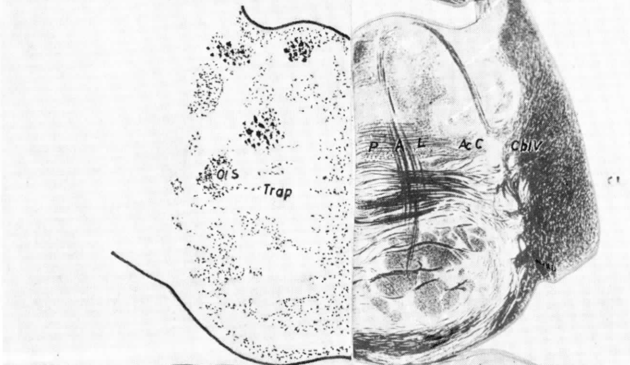


FIG. 145

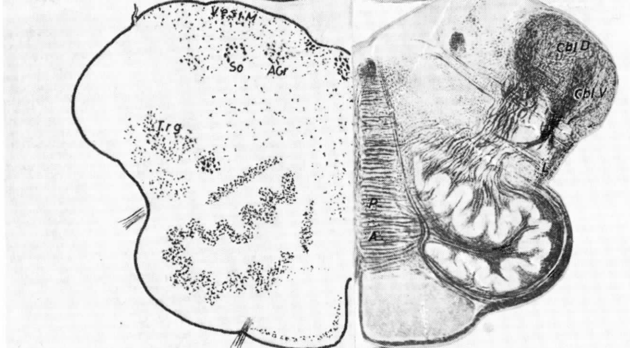


FIG. 146

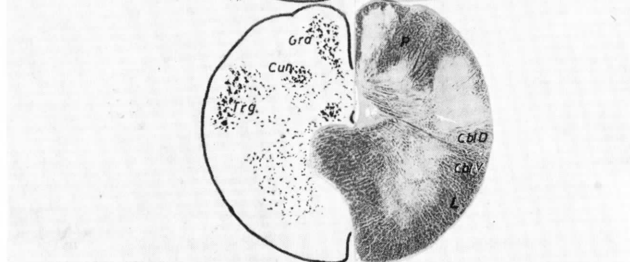


FIG. 147

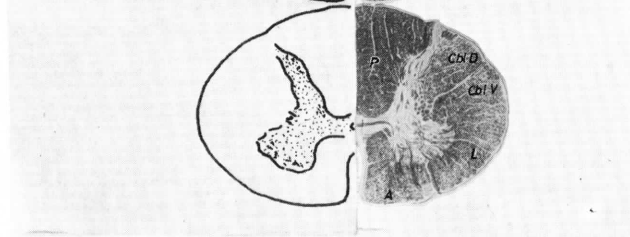


FIG. 148

FIGS. 144, 145, 146, 147 y 148. — Mostrando secciones transversales sucesivas del tronco encefálico, donde se destaca la sistematización sensitiva, según el texto.

Por fuera del núcleo del ala gris, la substancia gris central corresponde a la placa alar, seccionada precisamente a nivel de la parte baja del ala blanca externa. Por ello, interpretamos como *núcleo vestibular espinal* la substancia gris de esta placa alar.

Por delante del núcleo del ala gris, se ha seccionado el *haz solitario* y el *núcleo del haz solitario* (So), en donde recambian las fibras gustativas del n. intermedio, las sensitivas faríngeas del n. glosofaríngeo y las sensitivas laríngeas del n. neumogástrico. Los axones, que se originan en el núcleo del haz solitario, pasan al lado opuesto y se incorporan al lemnisco medial.

Corte protuberancial a nivel de la eminencia redonda (fig. 145)

En este corte existe ya la posibilidad de distinguir los cuatro planos de que hablamos al principio de este capítulo. Así, por detrás del plano piramidal-metapiramidal, situado en la porción basilar de la protuberancia, está el *plano de la cinta de Reil*.

En este plano están ya reunidas las vías ascendentes. En posición medial, y ocupando el rafe de la calota protuberancial, asciende el lemnisco medial con sus fibras de sensibilidad profunda (P) y superficial (A). Por fuera de éste, se sitúa el *haz espinotalámico lateral* (L). Y muy lateralmente, cerca del pedúnculo cerebeloso medio, y aproximadamente en la misma línea que los anteriores, se ha seccionado el *haz espinocerebeloso ventral* (Cbl V), que penetra en el cerebelo por el pedúnculo cerebeloso superior, y por ello no se encuentra en el corte mesencefálico que pasa por los tubérculos cuadrigéminos superiores.

Por delante del lemnisco medial y del haz espinotalámico lateral, en este corte protuberancial ha sido sorprendido el *cuerpo trapezoide* (Trap), y en su parte lateral se ve una formación gris, que es el *núcleo olivar superior* (Ol S). De éste parte el haz acústico central, que apenas se deja adivinar en este corte.

En el *plano extrapiramidal* se encuentra la sección del *núcleo sensitivo del trigémino* (Trg) con su haz.

En el último plano, el *plano nuclear*, la substancia gris central adyacente a la placa alar ha sido seccionada en la parte alta del ala blanca externa. Corresponde, pues, a un núcleo vestibular, y por todos los datos mencionados puede ser el *núcleo vestibular superior*.

Los núcleos cocleares ventral y dorsal y el núcleo vestibular medial podrían verse en cortes intercalados.

Corte mesencefálico a nivel de los tubérculos cuadrigéminos superiores (fig. 144)

En este corte, al igual que en el anterior, es perfectamente válida la sistematización en cuatro planos.

Detrás del plano piramidal-extrapiramidal, se sitúa *el de la cinta de Reil* (Reil) cuyo extremo interno afilado se insinúa entre la substancia negra y el núcleo rojo.

En la cinta de Reil destaca el *lemnisco medial*, que es su parte más interna. En el mesencéfalo, el lemnisco medial lleva fibras propioceptivas conscientes y táctiles discriminativas (P) (tanto las recambiadas en los núcleos del cordón posterior como las trigeminales), táctiles protopáticas (las del haz espinotalámico anterior [A] y las trigeminales) y las fibras que se originaron en el núcleo del haz solitario.

A continuación del lemnisco medial, pero en dirección dorsal y lateral, está el *haz espinotalámico lateral* (L), constituido por las fibras nociceptivas de la médula a las que se incorporan las fibras nociceptivas del trigémino.

Por fuera del haz espinotalámico lateral está el *haz acústico central* (AC), que camina por el brazo conjuntival inferior, que une el tubérculo cuadrigémino inferior con el tálamo (concretamente con el núcleo geniculado medial).

Nosotros consideramos como lemnisco lateral el conjunto del haz espinotalámico lateral y haz acústico central. Para algunos autores, lemnisco

lateral es solamente el haz acústico central, con lo que el espinotalámico lo incorporan al lemnisco medial.

En el *plano nuclear*, si el corte fuera un poco inferior, se podría haber seccionado el núcleo mesencefálico del trigémino. En esta altura no hay núcleos sensitivos. Sin embargo, algunos de los estratos más superficiales de los tubérculos cuadrigéminos superiores pueden ser considerados como sensitivos.

CAPÍTULO 29

APÉNDICE FINAL DEL TRONCO DEL ENCÉFALO. SISTEMATIZACIÓN DE LA FORMACIÓN RETICULAR EN NÚCLEOS

En el capítulo 19 se ha estudiado la formación reticular bajo un punto de vista funcional y se han considerado una serie de centros, a los que se ha asignado un calificativo no anatómico (centros respiratorios, de la masticación, de la deglución, etc.).

Este punto de vista se basa en el hecho de que, con raras excepciones, no hay posibilidad de señalar fáciles límites en las agrupaciones neuronales de la formación reticular. Esta es la impresión que se saca al realizar las reconstrucciones estereométricas desmontables (figs. 133, 134, 135 y 136). De hecho, esta formación es un todo funcionante y continuo que prácticamente se extiende por el bulbo, la protuberancia, el mesencéfalo, el diencéfalo, y llega inclusive hasta la corteza cerebral. No obstante, en numerosas publicaciones y tratados de S. N. C. se describen distintos núcleos de la substancia reticular. Al darles nombre a estos núcleos, los autores han tenido en cuenta la posición que ocupan las agrupaciones neuronales. Nosotros, sin intentar hacer un estudio exhaustivo de los núcleos reticulares, los sistematizamos del siguiente modo:

1. NÚCLEOS SITUADOS EN LA SUBSTANCIA GRIS CENTRAL DEL SUELO DEL CUARTO VENTRÍCULO

Entre el núcleo del hipogloso y el parasimpático del vago hay una agrupación nuclear bien definida, que es el *núcleo intercalar*. Otro grupo neuronal, situado muy cerca del núcleo del hipogloso, pero por delante de él, recibe la denominación de *núcleo sublingual* (o de Roller).

Las neuronas de la substancia gris central, próximas al surco medio del cuarto ventrículo, de la parte alta del bulbo y la baja de la protuberancia se designan como *núcleo paramedio posterior*. La Capa de substancia gris que forma la eminencia redonda es el llamado *núcleo de la eminencia redonda*, que prolonga lateralmente al núcleo paramedio posterior.

La substancia gris central, adyacente a la placa basal del cuarto ventrículo, que se extiende entre el núcleo del hipogloso, por abajo, hasta el núcleo del oculomotor externo, por arriba, se llama *núcleo prepositus*.

Se admite que todos estos núcleos ejercen acciones reguladoras sobre la deglución, la presión arterial, respiración, procesos secretores, etc., actuando sobre los núcleos vecinos. El núcleo intercalar, por ejemplo, recibe fibras que se han recambiado en el núcleo del haz solitario, procedentes de los nervios glosofaríngeo y neumogástrico, y estaría, pues, en íntima relación con el núcleo del ala gris.

2. NÚCLEOS SITUADOS EN LA PERIFERIA VENTRAL

En la parte más periférica de las pirámides bulbares hay a modo de una lámina gris, que abraza por delante y por dentro a las vías piramidales. En la sección, esta lámina tiene forma de arco, por lo que el núcleo es designado con el nombre de *núcleo arcuato* (Arc) (fig. 133). Hacia arriba se continúa con el *núcleo precursoris pontis*.

Estos núcleos, sobre todo el arcuato, reciben fibras del núcleo reticular lateral y, a su vez, envían axones hacia el cerebelo a través del pedúnculo cerebeloso inferior. Puede ser que tengan un papel activador sobre el cerebelo, con lo que el

sistema reticular ampliaría su influencia hacia otra parte del S. N. C.

En la parte alta del mesencéfalo, y a nivel del espacio perforado posterior, se encuentra el *núcleo interpeduncular* (IntP) (fig. 134), que recibe conexiones diencefálicas, de las que se hablará en capítulos posteriores.

3. NÚCLEOS SITUADOS EN LA PARTE MEDIAL O NÚCLEOS DEL RAFE

Tanto en el rafe bulbar como en el de la calota protuberancial, entremezcladas con las fibras, existen agrupaciones neuronales de límites imprecisos, que se designan con el nombre genérico de *núcleos del rafe*. Hacia arriba se prolongan en la substancia gris central del acueducto del mesencéfalo, la cual se continúa con la substancia reticular del diencéfalo. Parece que ejercen acción activadora sobre éste y sobre la corteza cerebral.

4. NÚCLEOS CENTRALES DEL PLANO EXTRAPIRAMIDAL

En la substancia reticular difusa, que rellena el llamado por nosotros plano extrapiramidal, los investigadores describen una gran cantidad de núcleos. Pueden ser englobados con el nombre de *núcleos centrales de la calota*. Ejercen una acción facilitadora sobre los núcleos neuromusculares del tronco del encéfalo, y en sus distintos niveles se pueden localizar aquellos centros de la masticación, succión, deglución, fonación, respiración, etc.

Los núcleos centrales de las calotas protuberancial y mesencefálica dan lugar al haz reticuloespinal lateral, que cruza al lado opuesto y amplía la acción facilitadora a los núcleos neuromusculares de la médula. Por el contrario, los núcleos similares del bulbo originan el haz reticuloespinal medial, cuya acción sobre los núcleos medulares es inhibidora.

En la periferia del plano extrapiramidal bulbar está el *núcleo reticular lateral*, cuyos axones se incorporan al haz reticuloespinal medial.

Por último, hemos de citar a los *núcleos del lemnisco lateral*, que no son reticulares, pero que no han sido mencionados por nosotros hasta ahora. Están incluidos en el espesor del haz acústico central y probablemente representan una estación de relevo de las muchas que tiene esta vía.

S. N. C.

CEREBELO

CAPÍTULO 30

CEREBELO
a) ARQUICEREBELO = ORGANIZACIÓN DEL ENDEREZAMIENTO ESTÁTICO

El CEREBELO es el órgano que rige fundamentalmente el tono muscular para el equilibrio y la postura. Está situado en derivación con el tronco del encéfalo, y unido a éste por medio de los pedúnculos cerebelosos.

Desde el punto de vista estructural, presenta diferencias con las partes del S.N.C. que hasta ahora hemos estudiado (médula y tronco del encéfalo).

Estas diferencias consisten en la disposición de la substancia gris, la cual se sitúa en la superficie, de modo que la *corteza del cerebelo* está constituida por substancia gris. Además, ésta forma en el espesor del cerebelo unos núcleos, que son los *núcleos cerebelosos* o *centrales.*

Desde el punto de vista filogenético, en el cerebelo hay que señalar tres territorios, que por orden de aparición reciben el nombre de *arquicerebelo, paleocerebelo y neocerebelo*. Esta agrupación filogénica adquiere gran importancia por el significado funcional que encierra [1].

El cerebelo humano posee la representación de estos tres tipos. Hay que añadir que, tanto el arqui-, el paleo- como el neocerebelo, tienen un representante nuclear y un territorio de corteza cerebelosa. Organizados hacia una finalidad determinada y originados todos de un mismo brote embrionario (figs. 149, 150, 151 y 152).

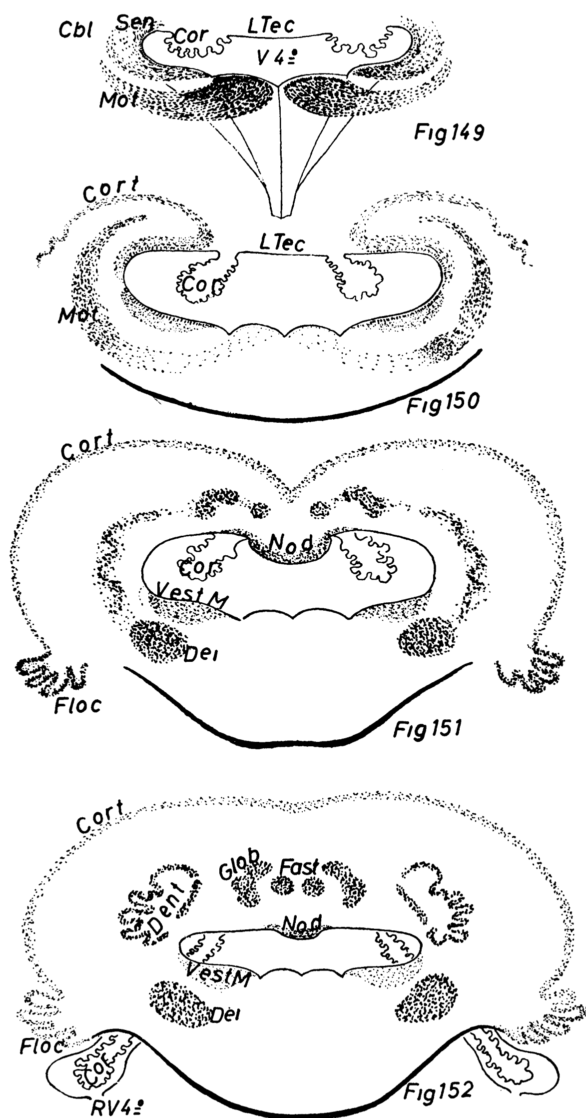
ARQUICEREBELO = ORGANIZACIÓN DE LA POSTURA EN EL ENDEREZAMIENTO ESTÁTICO

El ARQUICEREBELO, o cerebelo filogenéticamente más antiguo, está constituido en cada mitad por un núcleo, el *núcleo del techo* o fastigii (Fast) (fig 152) y por un territorio de corteza. La corteza arquicerebelosa, a su vez, está constituida en la parte media por una formación impar, que es el *nódulo* (Nod), y a cada lado por el llamado *flóculo* (Floc).

[1] El concepto de arqui, paleo y neocerebelo empezó a adquirir matiz funcional desde los esquemas patrón de BOLK (1906), desarrollando mapas de la corteza cerebelosa. Más tarde, INGVAR (1918), sistematiza estos mapas filogénica y ontogénicamente. A estos propósitos merece citarse el trabajo de HERRICK (1929) sobre cerebelo en los vertebrados inferiores. KAPERS (1936) emplea ya sistemáticamente las denominaciones de arqui, paleo y neocerebelo con todo su significado. Ello es un punto de partida de numerosos trabajos bien recopilados por JANSEN (1958) en su tratado sobre el cerebelo.

Hay, pues, un núcleo del techo o fastigii en el lado derecho y otro en el izquierdo. Se llaman del techo porque en el interior del cerebelo son inmediatamente vecinos al techo del cuarto ventrículo. Este techo forma en la cara anterior del cerebelo un espacio que tiene forma de nido de paloma y que se llama *fastigium*. Por eso, dichos núcleos reciben también la denominación de *núcleos fastigii*. El flóculo se llama también lobulillo del neumogástrico.

Desde el punto de vista funcional, el arquicerebelo perfecciona el mecanismo estático postural de enderezamiento, encomendado en un principio al núcleo vestibular lateral o núcleo de Deiters del tronco del encéfalo.



Recuérdese (capítulo 20) que el núcleo vestibular lateral coordina el mecanismo automático de recuperación del equilibrio por medio de lo que hemos llamado reacción de enderezamiento. Este núcleo (Dei) (fig. 153) recibe impulsos a través del nervio vestibular, que proceden del pico del utrículo (Utr) y sáculo. Ahora bien, para que en la caída lateral se estimule el pico del utrículo, se precisa una reacción preparatoria.

Supóngase que caemos hacia el lado derecho. En este caso, para que se estimule el pico del utrículo derecho, que es el que ha de llevar el impulso al núcleo de Deiters derecho, desencadenante de la reacción de enderezamiento, el occipucio ha de estar dirigido hacia atrás y hacia la derecha.

Pero en la caída hacia la derecha, lo que se estimula no es el pico del utrículo, sino la ampolla

---

FIGS. 149, 150, 151 y 152. — Mostrando esquemas de fases sucesivas de desarrollo del cerebelo, diferenciándose paulatinamente del romboencéfalo. Nótese en la figura 149 el romboencéfalo cortado transversalmente, mostrando en su interior el 4.º ventrículo (V 4.º). El techo de este ventrículo se compone de la lámina tectoria (L Tec) y los brotes coroideos clásicos (Cor). La placa basal y alar emite emigraciones laterales un tanto independientes, de carácter motor y sensitivo, respectivamente (Mot Sen), que confluyen lateralmente para formar el brote o yema cerebelosa (Cbl). En la figura 150, que es una fase más avanzada de desarrollo, la emigración sensible forma corteza (Cort), mientras que la emigración motora queda en el centro de la yema cerebelosa que crece por detras del 4.º ventrículo hacia la línea media. En la figura 151, las yemas cerebelosas se fusionaron en la línea media y la corteza (Cort) diferencia al nódulo (Nod) y los flóculos (Floc) en zonas críticas de crecimiento. Del mismo origen que la corteza es el núcleo vestibular medial (Vest M). La emigración motora central empieza a diferenciar núcleos definidos, apreciando en seguida el núcleo de DEITERS (Dei). La lámina tectoria y los brotes coroideos (Cor) quedarán debajo de la yema cerebelosa, tapados en una buena parte. En la figura 152, los núcleos centrales se han diferenciado totalmente; así, se ve: el núcleo fastigii (Fast), el globoso (Glob) y el dentado (Dent). La lámina tectoria se evagina lateralmente para formar el receso lateral del ventrículo 4.º (RV 4.º) albergando dentro cierta cantidad de brotes de plexos coroideos. La evaginación del receso se hace tan amplia que acaba rompiéndose exteriormente.

del conducto semicircular externo izquierdo (CSE). El impulso nervioso que de ahí nace, camina con fibras del nervio vestibular y llega al núcleo vestibular medial del lado izquierdo (Ves M), en donde se hacen las sinapsis correspondientes; los nuevos axones, que integran la cintilla longitudinal posterior, conectan con el núcleo del espinal del lado derecho (Esp). Este envía sus impulsos al músculo esternocleidomastoideo derecho, cuya contracción hace que el occipucio se dirija hacia atrás y hacia la derecha, posición favorable para que se estimule el pico del utrículo derecho. El impulso nervioso desde dicho pico llega al núcleo de Deiters derecho, y a través del haz deiteroespinal se desencadena la reacción de enderzamiento que ya conocimos (capítulo 20) y que se caracteriza por oscilaciones muy amplias, pues una reacción de enderezamiento de un lado, una vez que traspasa la línea vertical, origina una segunda del lado opuesto; ésta, una tercera, etc.

Para que se provoque la reacción de enderezamiento (regulada por el núcleo de Deiters) se precisa, pues, la reacción previa, que desvía el occipucio hacia atrás y a un lado, estando regulada por el núcleo vestibular medial.

El arquicerebelo perfecciona las reacciones de enderezamiento, haciendo que el equilibrio se recupere con oscilaciones laterales no muy amplias, sino de tipo filiforme, cada vez menos acentuadas, hasta dejar el cuerpo en posición vertical, sin dar lugar a

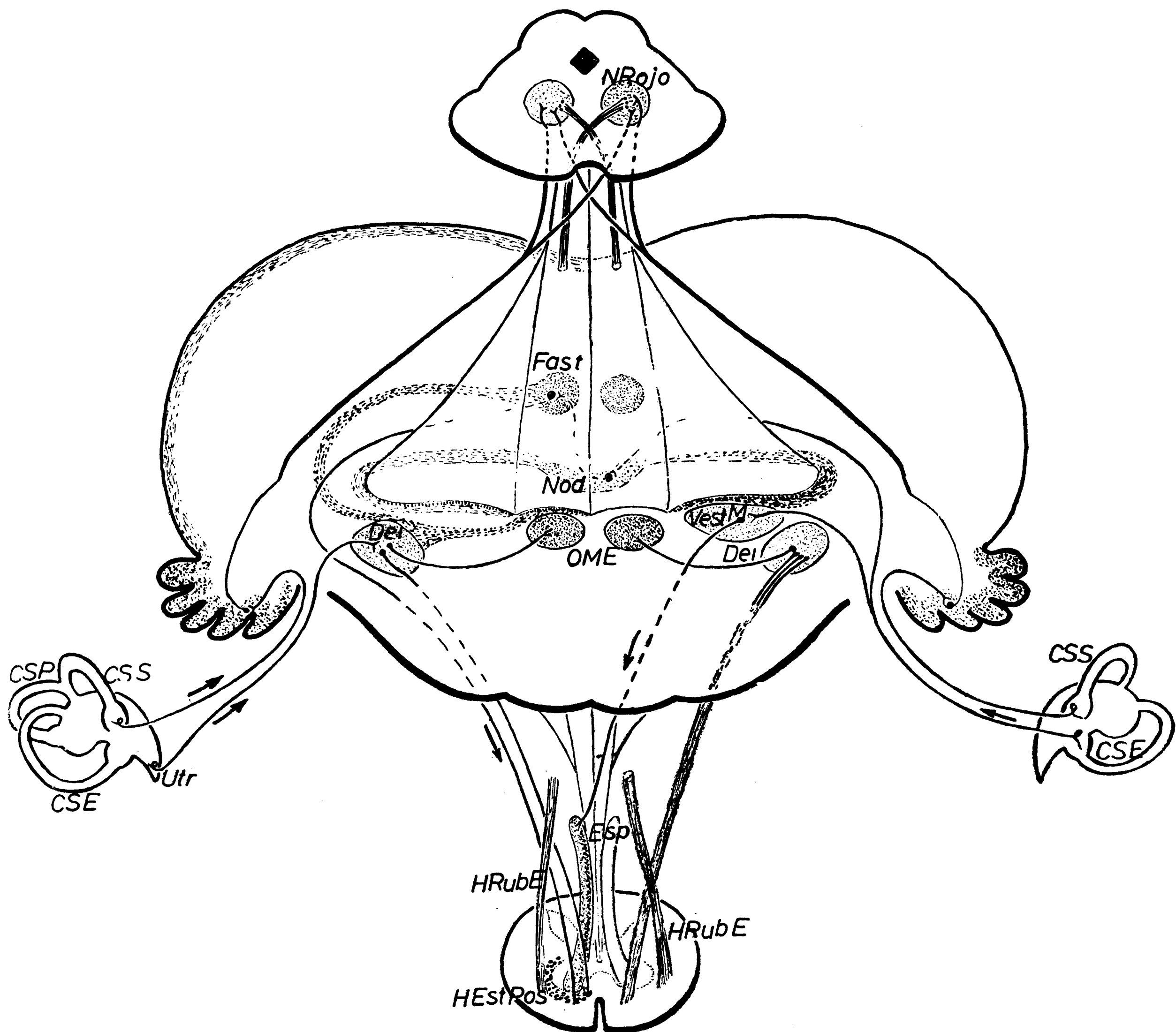


FIG. 153. — El arquicerebelo se muestra esquemáticamente con sus centros y *conexiones*.

la caída. Para ello lo que hace es servirse de los núcleos vestibulares y de sus excitaciones de los conductos semicirculares externos, a los que supedita a su control. Ello presupone que los núcleos vestibulares y lo mismo los conductos semicirculares externos han de emitir conexiones a los núcleos del techo.

Así, en la caída lateral hacia la derecha, el estímulo ha de partir del aparato vestibular izquierdo; concretamente, de la ampolla del conducto semicircular externo izquierdo. Las fibras del nervio vestibular van, pues, a los núcleos vestibulares, pero también a los núcleos del techo. Así, éstos reciben impulsos nerviosos a través de las fibras del nervio vestibular, que van directamente (sin hacer sinapsis) a los núcleos del techo; o bien impulsos nerviosos que han hecho sinapsis en los núcleos vestibulares lateral o superior.

Concretamente, los núcleos del techo reciben fibras de conducto semicircular externo, de forma tal que tanto el derecho como el izquierdo conexionan con los núcleos del techo de ambos lados.

Estos impulsos, que representan los informes de que el individuo se cae, llegan a los núcleos del techo. A base de ellos, tales núcleos han de enviar órdenes para regular el equilibrio.

El equilibrio se recupera por medio de contracciones de los músculos esqueléticos del tronco y de extremidades. Por lo tanto, los núcleos del techo debieran conexionarse con los núcleos neuromusculares de las astas anteriores de la médula, y así lo hacen, pero no directamente, sino aprovechando ya caminos que existen. Por ello, las órdenes van por axones que desde los núcleos del techo conectan con los núcleos vestibulares laterales (Dei), y a través de los haces deiteroespinales llegarán a las astas anteriores de la médula.

Las fibras aferentes o eferentes de los núcleos del techo salen por los pedúnculos cerebelosos superiores.

Además de la misión reguladora del equilibrio a base de oscilaciones laterales filiformes, el arquicerebelo rige la postura en la caída vertical. Los centros reguladores de esta postura se encuentran fundamentalmente en los flóculos.

Cuando un individuo cae de pie desde una altura considerable, si permaneciera con la cabeza en posición vertical, la sangre, por efecto de la inercia, se acumularía en la cabeza a tal presión que rompería los vasos y produciría una hemorragia cerebral. Esto no sucede, porque en este tipo de caídas el individuo adopta una postura apropiada. En efecto, la caída vertical estimula los conductores semicirculares superiores de ambos lados (CSS). Los estímulos a través del nervio vestibular llegan a la corteza de las flóculos, en donde una segunda neurona envía impulsos por medio de axones que conectan con el núcleo rojo del lado contrario. A su vez, el haz rubroespinal envía impulsos que determinan que el individuo adopte la consabida postura de flexión externa (posición fetal) (capítulo 20), con lo cual la sangre no se acumula en la cabeza.

El arquicerebelo, por lo tanto, rige el equilibrio lateral de finas oscilaciones por medio de los núcleos del techo, y también rige la postura de la caída vertical por medio de los flóculos.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

CEREBELO. *Arquicerebelo* = Organización del enderezamiento estático. NÚCLEOS DEL TECHO = Núcleos fastigii. NÓDULO. FLÓCULO. Haz deiteroespinal. Haz fastigiiespinal. Reacción de enderezamiento. Reacciones de caída.

CAPÍTULO 31

b) PALEOCEREBELO = ORGANIZACIÓN DE LA POSTURA EN EL EQUILIBRIO ESTÁTICO

Los mecanismos reflejos para regular el equilibrio durante la estática son coordinados por los núcleos vestibulares laterales del tronco de encéfalo, pero supeditados al control del arquicerebelo, con lo que se perfecciona aquella reacción de enderezamiento, sustituyéndola por una reacción de oscilaciones mucho más finas y cada vez menores, que dejan el cuerpo humano en posición vertical. Sin embargo, este mecanismo aún no es perfecto. Se precisa un mecanismo regulador más perfecto, cuyo substrato anatómico es el PALEOCEREBELO.

La función del paleocerebelo es la de regular de modo perfecto el equilibrio durante la estática.

Al igual que el arqui-, el paleocerebelo está constituido por núcleos cerebelosos y por un territorio de corteza cerebelosa.

Los núcleos paleocerebelosos son los llamados *núcleos globosos* (Glob), uno derecho y otro izquierdo (fig. 154).

Cada uno de los núcleos globosos, a su vez, está constituido por tres formaciones: una anterior, cuyos axones envían impulsos descendentes, homolaterales, para hacer que se afirme en el suelo la punta del pie correspondiente; otra media, que envía impulsos para afirmar el borde lateral del pie de su mismo lado; y una tercera, posterior que manda impulsos a los músculos que actúan sobre el talón del pie[1].

Si el individuo está en pie y cae hacia adelante, los impulsos motores del reflejo que se desencadena hacen que se contraigan los músculos que apoyan contra el suelo la punta del pie («ponerse de puntillas»); estos impulsos caminan por axones, cuyo origen está en las formaciones anteriores de los núcleos globosos.

Si el individuo cae hacia el lado derecho, por ejemplo, los músculos antigravitatorios, que en este caso actúan, son los que obligan a que se apoye el borde externo del pie derecho; los axones, que conducen estos impulsos, se originan en la formación media del núcleo globoso derecho.

Si el individuo cae directamente hacia atrás, el reflejo desencadenado obliga a la contracción de los músculos antigravitatorios que levantan la punta del pie y hacen que el talón apoye fuertemente contra el suelo. Este reflejo está coordinado por las formaciones posteriores de los núcleos globosos, que son los que envían los impulsos motores para regular este equilibrio en la estática y que actúen de acuerdo con los estímulos que recibe.

En todo desplazamiento de la cabeza —desplazamiento obligatorio durante las

---

[1] Distinguimos partes funcionales en los núcleos globosos para poder establecer referencia de impulsos eferentes (CARPENTER, 1957). Advertimos que la topografía de las partes del núcleo globoso está establecida convencionalmente, procurando dar unidad al concepto.

caídas— hay una movilización de la endolinfa laberíntica y, por lo tanto, un estímulo de los receptores del aparato vestibular. Los estímulos crean corrientes nerviosas que llegan a los núcleos globosos para que éstos actúen.

Otra reflexión que se debe hacer es que el reflejo desencadenado por los núcleos globosos para recuperar el equilibrio ha de tener mayor o menor intensidad, según la postura que el cuerpo tenga antes de la caída (*postura previa*).

Si el individuo cae hacia adelante, no cabe duda de que si previamente estaba ya inclinado en esta dirección (con el tronco fuertemente flexionado, por ejemplo), hay una facilitación para la caída, por lo que se requiere que el movimiento de recuperación del equilibrio sea mucho más brusco, y de hecho lo es. Por lo tanto, es preciso que a los núcleos globosos lleguen noticias de la postura de todas las partes de nuestro organismo para poder actuar con la intensidad debida.

Ya se sabe que la sensibilidad de tono muscular (sensibilidad propioceptiva inconsciente) lleva noticias de esta postura a través de los haces espinocerebelosos ventral y dorsal. Estos haces, como ya veremos, acaban en la corteza del paleocerebelo, desde donde parten nuevas fibras que se conexionan con los núcleos globosos.

Estímulos que llegan a los núcleos globosos. — Proceden, como ya se ha dicho,

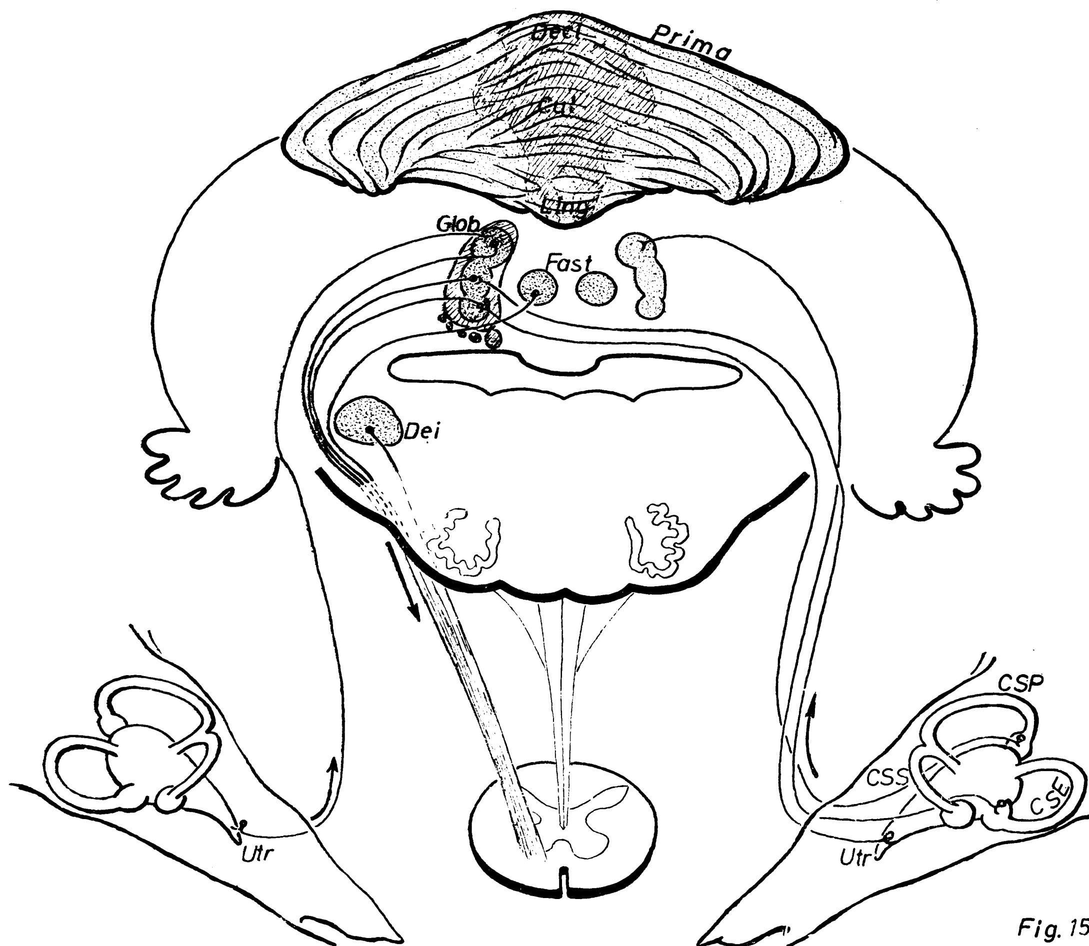


Fig. 154. — El paleocerebelo se muestra de frente con sus centros y conexiones. Nótese el núcleo globoso derecho (Glob) dispuesto convencionalmente en tres conglomerados y rodeados por un perímetro que representa la planta del pie, lo que permite referir los impulsos que emite.

del aparato vestibular que se estimula en los desplazamientos de la cabeza. Concretamente, a los núcleos globosos llegan las fibras procedentes de los conductos semicirculares; los conductos izquierdos conectan por medio de las fibras del nervio vestibular con el núcleo globoso derecho, y los conductos derechos con el globoso izquierdo.

En el caso de caída hacia el lado derecho, se estimula el conducto semicircular lateral izquierdo, el cual conecta con la formación media del núcleo globoso derecho. Téngase en cuenta que en este caso han de actuar los músculos antigravitatorios que apoyan el borde externo del pie derecho.

En la caída hacia adelante y a la derecha, se estimula el conducto semicircular posterior del lado izquierdo, el cual envía los impulsos hacia la formación anterior del núcleo globoso derecho.

En la caída hacia atrás y hacia la derecha, se estimula el pico del utrículo del mismo lado, que conecta con la formación posterior del núcleo globoso izquierdo (apoyo del talón del pie derecho)[2].

TERRITORIO PALEOCEREBELOSO Y POSTURA PREVIA. — Como ya se ha dicho, los impulsos que envían los núcleos globosos están matizados por la postura previa que el individuo tiene en el momento en que va a perder el equilibrio.

Esta postura queda impresa en la *corteza del paleocerebelo*[3], la cual se localiza en su mayor parte en el llamado lóbulo anterior de cerebelo, que por arriba y atrás tiene como límite la cisura prima (fig. 154).

En la corteza del paleocerebelo hay que distinguir tres porciones, una media y dos laterales. La porción media forma parte del *vermis* cerebeloso; en ella se puede distinguir hacia arriba y atrás: la *língula* (Lin), el *lóbulo central* y el *culmen* (Cul).

La porción media está en continuidad con las porciones laterales, excepto la língula.

Si la corteza del paleocerebelo se representara desplegada, tiene forma triangular, con el vértice en la língula y la base en la cisura prima.

A toda esta corteza llegan los haces espinocerebelosos ventral y dorsal, con lo que es posible tener informes de la postura previa.

La sensibilidad de tono de los músculos extensores, vehiculada por el haz espinocerebeloso ventral, se distribuye por la porción media (língula, lóbulo central y culmen), de modo tal que el tono extensor de los músculos de la extremidad inferior llega a la língula, y los de los músculos de tronco y cuello al lóbulo central y al culmen, respectivamente.

La sensibilidad del tono de los músculos flexurales, que camina por el haz espinocerebeloso dorsal, llega a las porciones laterales del paleocerebelo. No hay una corteza paleocerebelosa que corresponda a la sensibilidad del tono flexural de los músculos de la extremidad inferior, lo que se corresponde con una falta de continuidad lateral de la língula. En cambio, son amplias las zonas laterales a donde llegan las noticias de tono de los músculos flexurales del tronco (alas del lóbulo central), y aún lo son más las zonas del tono flexural del cuello (alas del culmen).

De este modo, los impulsos canalizados por los haces espinocerebelosos crean un po-

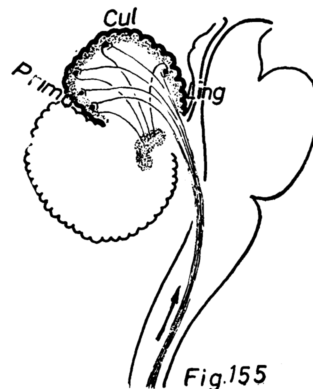


FIG. 155. — El paleocerebelo recibe conexiones espinocerebelosas en su corteza y las envía al núcleo globoso.

[2] En cuanto a los impulsos aferentes a los núcleos globosos desde el aparato vestibular laberíntico, DOW (1936) realizó un detenido estudio. Apoyándonos en ello, nos ha convenido referirnos a las partes convencionales indicadas del núcleo globoso.

[3] En cuanto a sistematización de la corteza paleocerebelosa: ADRIÁN (1943).

tencial de entretenimiento en la corteza del paleocerebelo, y precisan en todo momento la postura del individuo. Este potencial influye sobre los núcleos globosos por medio de fibras que desde la corteza llegan a éstos, con lo que la corteza paleocerebelosa es capaz de matizar el impulso que parte de los núcleos globosos para regular el equilibrio en la estática.

Obsérvese, pues, que los substratos anatómicos que rigen el enderezamiento y el equilibrio en la estática, son: 1.°) Los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo, fundamentalmente el núcleo vestibular lateral, aunque intervienen también otros, como es el vestibular medial. 2.°) El arquicerebelo, con impulsos que parten de los núcleos del techo. 3.°) El paleocerebelo. Este último es el mecanismo de regulación más perfecto, por lo que en el individuo normal es el paleocerebelo el que actúa y al que se supeditan tanto los núcleos vestibulares como el arquicerebelo.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Paleocerebelo = Organización de la postura en el equilibrio estático. NÚCLEO GLOBOSO. Haz globoso espinal. Estímulos aferentes a los núcleos globosos. CORTEZA PALEOCEREBELOSA. Cisura prima. Língula. Lóbulo central. Culmen.

CAPÍTULO 32

c) NEOCEREBELO = ORGANIZACIÓN DE LA POSTURA EN LA MARCHA. ORGANIZACIÓN DE LA POSTURA EN EL DECÚBITO

Desde el punto de vista filogenético, el *neocerebelo* es la parte más moderna. Su misión principal es la de armonizar el equilibrio y la postura durante la marcha. En realidad, controla toda la motilidad de tipo voluntario, por lo que ha de estar conexionado con las áreas voluntarias.

El neocerebelo, al igual que el arquicerebelo y el paleocerebelo, consta de núcleos y de corteza. Son los núcleos y corteza neocerebelosos.

La marcha automática, regulada por el neocerebelo, consiste en una serie de movimientos de flexión y de extensión, aunque predominan los movimientos flexurales. Por ello, las centros neuronales del neocerebelo, que envían impulsos a los músculos flexores de la marcha, ocupan una gran extensión y forman una lámina de substancia gris muy plegada. Esta lámina adquiere una forma semejante a la del núcleo olivar inferior, o sea, a modo de una bolsa con su abertura o hilio. Es el *núcleo dentado* (Dent) (fig. 156).

Los axones del núcleo dentado transmiten impulsos nerviosos que llegan a músculos flexores de distintas partes del cuerpo; el núcleo dentado derecho a las partes derechas del cuerpo y el núcleo dentado izquierdo a las izquierdas.

Aun dentro de cada núcleo hay la posibilidad de distinguir zonas neuronales en relación con las partes del organismo. El tercio inferior (Dent I) del núcleo dentado está relacionado con los músculos flexurales de la extremidad inferior; el tercio medio con la mitad del tronco y con la extremidad superior (Dent S); el tercio superior con los músculos del cuello (Dent C), y dentro de este área distinguimos el movimiento lateral del ojo (O).

Además del núcleo dentado, el neocerebelo consta de otro núcleo central, situado por dentro de aquél y llamado *núcleo emboliforme* (Emb).

El núcleo emboliforme, que es también par, origina axones que transmite impulsos a las musculaturas extensoras o enderezadoras de la marcha. En este núcleo se pueden localizar zonas neuronales en relación con las partes del organismo. Así, la mitad inferior del núcleo emboliforme corresponde a las extremidades inferiores (I Emb); la mitad superior a las extremidades superiores (S Emb) y al tronco. Al igual que el núcleo dentado, los axones del núcleo emboliforme de cada lado transmiten impulsos que llegan a las musculaturas homolaterales correspondientes.

Los axones de los núcleos dentados y emboliformes se reúnen en manojo y forman un haz, que camina por los pedúnculos cerebelosos superiores. Las corrientes nerviosas que caminan por este haz deben llegar

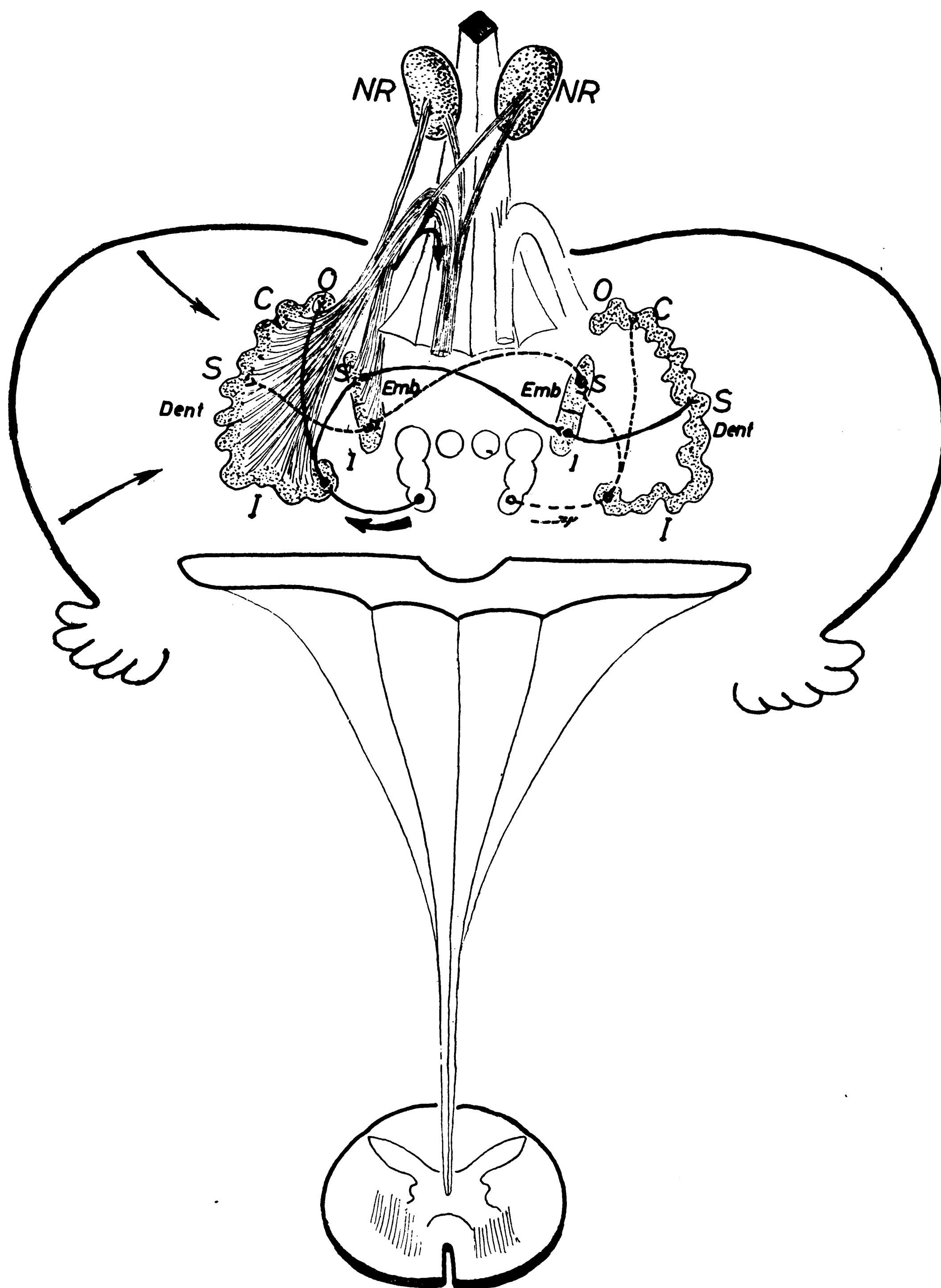


FIG. 156. — Los núcleos centrales del neocerebelo están interconectados en las zonas donde se emiten impulsos simultáneos para la marcha. Nótese el núcleo dentado (Dent) y el núcleo emboliforme (Emb) emitiendo fibras eferentes para impulsos motores. En la figura 157 se representa la corteza cerebelosa.

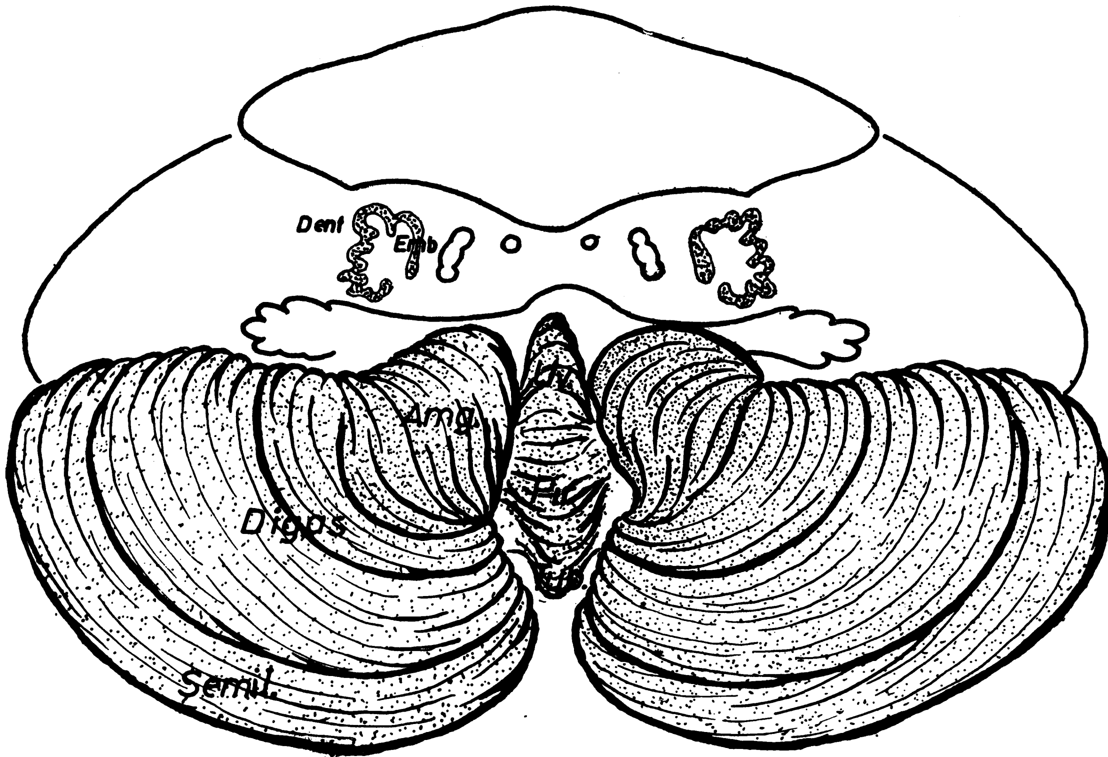


FIG. 157

a los núcleos neuromusculares de la médula espinal, que representan la vía terminal de todo impulso motor. Pero muchas de ellas no llegan directamente, sino aprovechando haces del mismo tronco del encéfalo y, por lo tanto, haciendo sinapsis en formaciones grises de aquél.

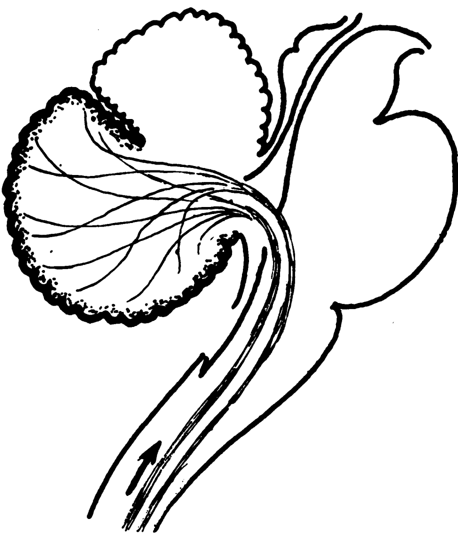


FIG. 158. — Haces espinocerebelosos abordando a la corteza del neocerebelo.

En efecto, los axones del núcleo dentado, tras pasar por el correspondiente pedúnculo cerebeloso superior y reflejarse hacia abajo, hacen sinapsis en la substancia reticular del tronco del encéfalo. Son, pues, *fibras dentorreticulares* las que relegan el impulso nervioso a la substancia reticular, y de ésta, a través de los haces reticuloespinales, pasará a los núcleos medulares.

Otro camino por el que puede transmitirse el impulso nervioso elaborado en los núcleos centrales del neocerebelo es el *haz rubroespinal.* Ello presupone que los axones de aquellos núcleos han de conectarse con el núcleo rojo (NR) (fig. 156) del mesencéfalo, como de hecho lo hacen. En efecto, un gran contingente de axones de los núcleos dentados se dirigen hacia el núcleo rojo heterolateral, por lo que hay un entrecruzamiento de estos axones a nivel del mesencéfalo. El núcleo dentado derecho está conexionado con el núcleo rojo izquierdo, y el

dentado izquierdo con el núcleo rojo derecho. La capacidad flexora de los núcleos rojos queda así supeditada a los impulsos motores que recibe de los núcleos dentados. Como el haz rubroespinal es cruzado, la consecuencia es que los impulsos motores del núcleo dentado de un lado llegue, en definitiva, a los núcleos neuromusculares medulares de su mismo lado.

La decusación de los *axones dentorrúbricos* tiene lugar, como ya se ha dicho, en el mesencéfalo. Como estos axones caminan por los pedúnculos cerebelosos superiores, tal decusación recibe el nombre de *decusación de los pedúnculos cerebelosos superiores* (o de Werneking).

Además de las fibras dentorreticulares y dentorrúbricas, hay otro contingente de axones, procedente de los núcleos dentados, que tras decusarse sigue un camino ascendente hacia el diencéfalo. Estos axones hacen sinapsis en núcleos del tálamo, que estudiaremos en un próximo capítulo.

En varias ocasiones se ha repetido que el neocerebelo rige los movimientos automá-

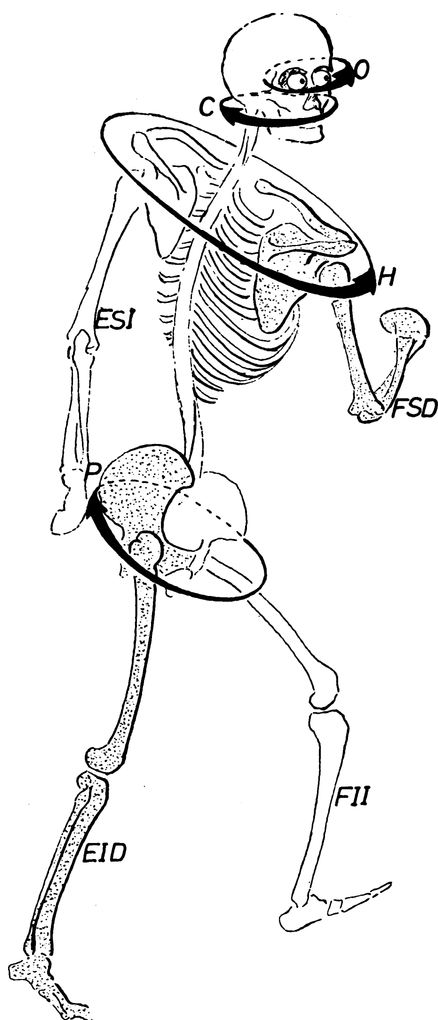


FIG. 159

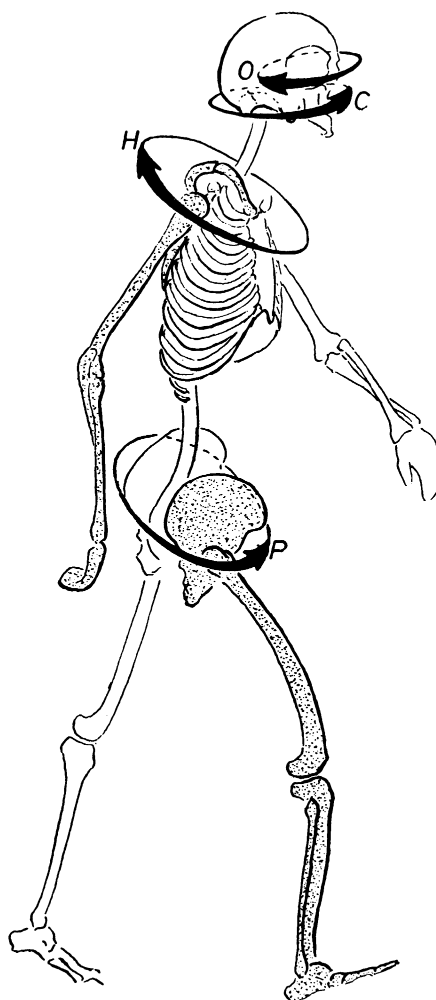


FIG. 160

FIGS. 159 y 160. — Mostrando esquemáticamente las DOS FASES que integran la marcha, y en cada una, las cuatro torsiones compensadoras simultáneas: (P) *pelvigira*. (H) *hombrogira*. (C) *cefalogira*. (O) *oculogira*.

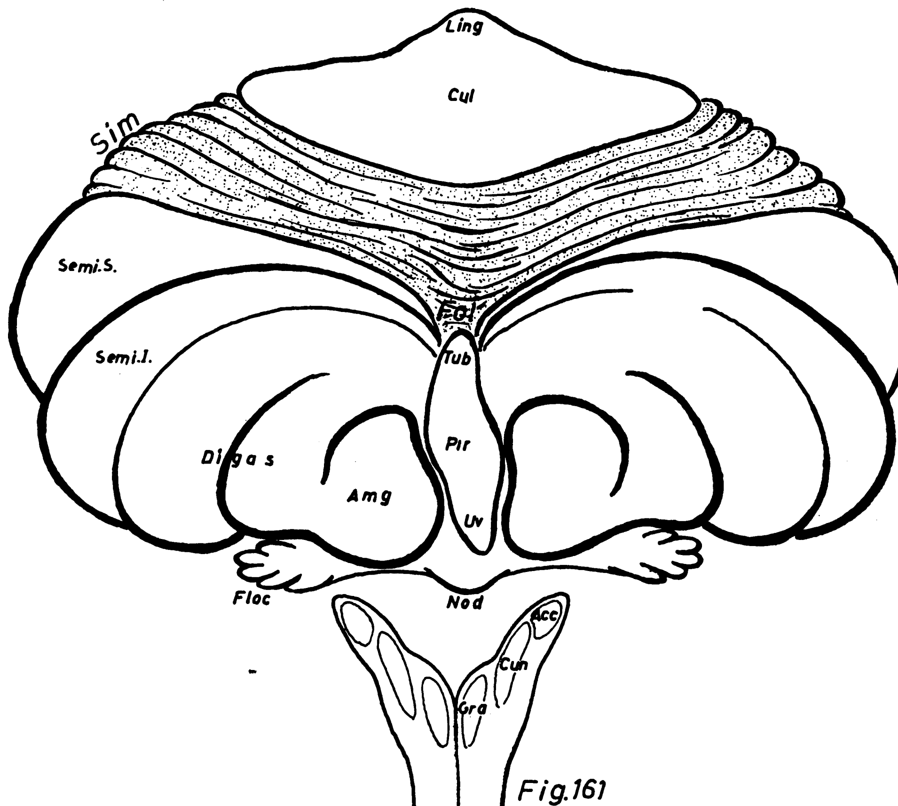


FIG. 161. — Corteza neocerebelosa mostrando el lóbulo simple y sus relaciones de superficie, en un mapa desarrollando toda la corteza del cerebelo.

ticos de la marcha por los impulsos que se elaboran en los núcleos dentado y emboliforme.

Creemos conveniente hacer un estudio esquemático de los movimientos que componen la marcha automática. La desglosamos en dos fases, cuya repetición cíclica origina esta marcha.

La que consideramos *primera fase de la marcha* podemos descomponerla del siguiente modo (fig. 159): 1.°) Flexión para adelantar la extremidad inferior izquierda (FII), que puede ser considerado el movimiento que inicia la marcha. 2.°) Extensión de la extremidad inferior derecha (EID), con lo que el cuerpo es apoyado e impulsado hacia adelante. Estos dos primeros movimientos originan un balanceo de la pelvis (P), que en el lado izquierdo rota hacia la derecha. Con el fin de compensar este balanceo, las extremidades superiores del hombre, aunque no apoyan, siguen unos movimientos rítmicos y automáticos en la marcha, que corresponden a los tiempos tercero y cuarto, que exponemos a continuación. 3.°) Extensión del miembro superior izquierdo (ESI), que se dirige hacia atrás, en posición paralela a la de la extremidad inferior derecha. 4.°) Flexión de la extremidad superior derecha (FSD), que se dirige hacia adelante y remeda el movimiento del miembro inferior izquierdo. Los movimientos de los miembros superiores determinan un balanceo de los hombros (H), que contrarresta el de la pelvis, merced al cual, el muñón derecho, en este caso, se dirige hacia adelante, mientras que el izquierdo se sitúa hacia atrás. La cabeza, tras este balanceo de los hombros, quedaría lateralizada hacia el lado izquierdo, pero en la marcha la cabeza tiene que estar dirigida hacia adelante, lo cual es corregido en el tiempo siguiente. 5.°) Contracción de los músculos del cuello (C), fundamentalmente del *músculo esternoclei-*

domastoideo izquierdo, que lateraliza la cabeza hacia la derecha, con lo que, corregida su desviación, la cabeza queda de frente.

Los impulsos motores para realizar estos distintos movimientos en que hemos desglosado la primera fase, han de partir de las zonas neuronales correspondientes de los núcleos dentado y emboliforme. Así, la flexión de la extremidad inferior izquierda es determinada por el tercio inferior del núcleo dentado izquierdo (fig. 156). La extensión del miembro inferior derecho es impulsada por la mitad inferior el núcleo emboliforme derecho. La extensión del miembro superior izquierdo y la flexión del derecho son originadas por impulsos que parten, respectivamente, de la mitad superior del núcleo emboliforme izquierdo y del tercio medio del núcleo dentado derecho. La contracción del músculo esternocleidomastoideo izquierdo corresponde a los impulsos que nacen en el tercio superior del núcleo dentado izquierdo. (Véase en la fig. 156 los trazos firmes que unen las partes dentada y emboliforme correspondientes, a partir del n. globoso derecho.)

La *segunda fase de la marcha* se realiza igual, pero con la otra mitad del cuerpo. Se puede deducir observando la figura 160 y las zonas unidas por línea punteada a partir del núcleo globoso izquierdo (fig. 156).

Pero, al igual que ocurriría con el paleocerebelo, los núcleos dentado y emboliforme están supeditados al estado postural

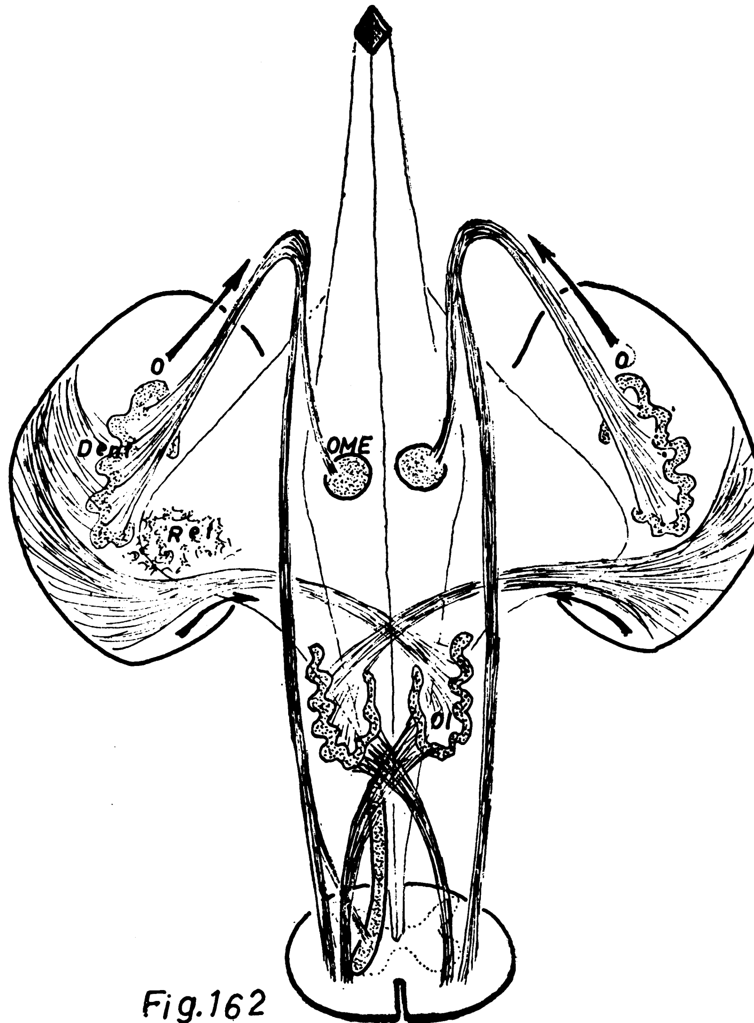


FIG. 162. — Vías eferentes del cerebelo esquemáticamente representadas.

previo del sujeto. Durante la marcha, no cabe duda de que cada fase representa la postura previa de la fase que le sucede, y de que en tal momento hay contracción de ciertos músculos con excitación de sus husos neuromusculares (de tono muscular) que, canalizadas por los haces espinocerebelosos, llegan no solamente a la corteza paleocerebelosa, sino también a la corteza neocerebelosa (fig. 158). Pero no son los haces espinocerebelosos las principales vías aferentes de la corteza del neocerebelo. El mayor contingente de vías aferentes, como veremos más adelante, lo proporciona el haz pontocerebeloso.

La *corteza neocerebelosa*, en donde quedan impresas las posturas previas de la marcha totalmente automatizada, se extiende por el vermis y por los hemisferios cerebelosos.

El componente flexural de la marcha queda grabado en un territorio de corteza, que es par, y que recibe el nombre de *amígdala* (Amg) (fig. 157). El componente enderezador se recoge en una formación del vermis, situada entre las amígdalas, denominada *úvula* (Uv), pirámide (Pi) y tubérculo (Tub).

Tanto en la amígdala como en el vermis hay una disposición topográfica. En su mitad superior se puede localizar la mitad inferior del cuerpo; la mitad inferior del vermis y de la amígdala corresponde a la mitad superior del cuerpo (véase el mapa cortical, fig. 161).

La primera fase de la marcha se impresiona en el territorio neocortical del siguiente modo: la flexión de la extremidad inferior izquierda, en la parte superior de la amígdala izquierda; la extensión de la extremidad inferior derecha, en la mitad superior derecha del vermis; la extensión del miembro superior izquierdo, en la mitad inferior izquierda del vermis; la flexión de la extremidad superior derecha, en la mitad inferior de la amígdala derecha.

En los animales, estas posturas previas de la marcha imprimen una morfología propia al territorio neocortical. En el caso concreto de los cuadrúpedos, el automatismo de la marcha —mucho más acentuado que en el hombre— se realiza sobre una base de corteza cerebelosa apropiada, para que este automatismo tenga que estereotiparse. En los cuadrúpedos, la úvula y la amígdala están muy desarrolladas en aquellas zonas en que se recoge la fase inicial de la marcha, que es la fase más importante, pues es la desencadenante de las sucesivas. Comparando estas zonas con las del hombre, se nota cómo en los cuadrúpedos la parte intermedia del vermis está torcida en forma de asa y las amígdalas tienen mayor desarrollo en las zonas correspondientes a las huellas que imprimen los movimientos de la primera fase de la marcha. El asa de la úvula de los animales puede corresponder a una zona engrosada del vermis del hombre, que es la pirámide (Pir) (fig. 157), la cual está situada por detrás de la úvula.

La marcha, tal como la hemos escrito, es muy esquemática. Hay muchos otros matices, sobre todo flexulares, los cuales dejan también su huella en un amplio territorio cortical, que está por fuera de las amígdalas. Este territorio es el *lóbulo digástrico* (Digas).

Desde la corteza del neocerebelo se lanzan axones a los núcleos dentado y emboliforme, con lo cual los impulsos motores que elabo-

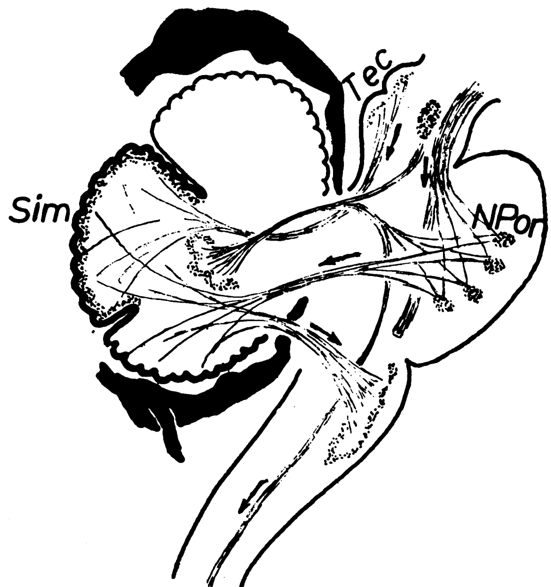


FIG. 163. — Visión lateral esquemática de algunas vías aferentes del cerebelo explicadas en el texto.

ran están matizados por los informes de las posturas previas.

Durante la marcha, aunque sea totalmente automática, persisten los reflejos de aprestamiento, los cuales son regulados por los tubérculos cuadrigéminos. Y así, pese a que la cabeza en la marcha siempre ha de mirar hacia adelante, se puede imbricar un reflejo cefalogiro, capaz de dirigirla hacia el sitio de donde proceda el estímulo visual o el acústico.

Los tubérculos cuadrigéminos no precisan del cerebelo para realizar tales reflejos, pero al engranarse éstos en un movimietno automático, como es el de la marcha, el cerebelo matiza y armoniza la contracción de los músculos que originan los movimientos cefalogiros (fundamentalmente los músculos esternocleidomastoideos).

De este modo se explica que los tubérculos cuadrigéminos superiores e inferiores, a los que llegan estímulos visuales y acústicos, respectivamente, envíen axones al cerebelo, que son *las fibras tectocerebelosas* (Tec) (fig. 163). Éstas llegan a la corteza neocerebelosa (lóbulo simple, folium y túber, de los que luego hablaremos) y, desde allí, la corriente es lanzada por nuevos axones hasta el tercio superior de los núcleos dentados.

En los reflejos de aprestamiento, que se imbrican en la marcha automática, pueden intervenir también las extremidades superiores, con lo cual ellas han de realizar movimientos que se apartan a los del esquema. Si durante la marcha, por ejemplo, nos arrojan un objeto (el pase de la pelota en el balonmano), las manos lo cogen de un modo automático. En este caso, la corriente nerviosa es transmitida por las fibras tectocerebelosas, y tras hacer escala en la corteza neocerebelosa, es proyectada al tercio medio de los núcleos dentados.

En definitiva, los reflejos que se engranan en el acto de la marcha son regulados por el neocerebelo a través de los impulsos que parten del núcleo dentado. Pero este núcleo ha de recibir el informe del estado postural previo, tanto del cuello como de las extremidades superiores.

La postura previa del cuello y de las extremidades superiores se graba en nuevos territorios de corteza neocerebelosa, que son el *lóbulo simple* (Sim) y los *lóbulos semilunares superiores* (Semi S) e *inferior* (Semi I) (fig. 161).

El lóbulo simple recibe la información postural del cuello a través del núcleo cuneiforme accesorio (Ac) (de Von Monakow), en donde hacen sinapsis las fibras del haz del cordón posterior de la médula espinal.

El lóbulo simple está separado del lóbulo cuadrangular por la cisura prima. La parte media del lóbulo simple pertenece al vermis del cerebelo.

El estado postural previo de las extremidades superiores llega a los lóbulos semilunares a través de las noticias sensitivas táctiles discriminativas y propioceptivas conscientes, las cuales, caminando por fibras del cordón posterior de la médula, han de pasar por el núcleo cuneiforme (Cun).

El lóbulo semilunar superior (Semi S) está situado por detrás del lóbulo simple y, al igual que éste, es visible en la cara superior de los hemisferios cerebelosos. La parte media del lóbulo semilunar superior es una pequeña zona del vermis, denominada *folium*.

El lóbulo semilunar inferior (Semi I) está por detrás del lóbulo digástrico (en la cara inferior de los hemisferios). Su parte media, que también pertenece al vermis, recibe el nombre de *túber* (Tub).

En resumen, el *substrato anatómico del neocerebelo* consta de unos *núcleos centrales* (dentado y emboliforme) y de una amplia *corteza* (amígdala, lóbulo digástrico, lóbulo semilunar inferior, que se sitúan lateralmente en la cara inferior de los hemisferios cerebelosos; en esta cara inferior, pero formando parte del vermis, están la úvula, la pirámide y el túber; en las partes laterales de la cara superior de los hemisferios, y de adelante a atrás, se encuentran el lóbulo simple y el lóbulo semilunar superior; en la cara superior del

vermis está el declive, que corresponde al lóbulo simple, y el folium, al lóbulo semilunar superior). Los impulsos eferentes parten de los núcleos centrales, los cuales reciben axones de la corteza. A ésta llegan fibras aferentes, entre las que tenemos las espinocerebelosas, las tectocerebelosas y las sensitivas profundas procedentes de los núcleos cuneiforme y su accesorio.

Pero las fibras aferentes más importantes son las que conectan los núcleos del puente con la corteza cerebelosa. A través de estas *fibras pontocerebelosas* (N Pon) (fig. 163), los procesos automáticos regulados por el cerebelo se supeditan al substrato volitivo. En efecto, los axones lanzados desde este substrato (hemisferios cerebrales) llegan a los núcleos del puente. Tales axones constituyen los haces temporopóntico y frontopóntico, así como colaterales de los haces corticoespinales de la vía piramidal.

Como ya se dijo en el capítulo 20, durante el aprendizaje de los actos motores que han de automatizarse (como es el de la marcha entre otros muchos ejemplos), en los núcleos del puente se impresionan aquellos movimientos que tienen éxito para el fin propuesto, y que después son los que más se repiten. La huella grabada en los núcleos del puente se reimprime en la corteza cerebelosa merced a las fibras pontocerebelosas, que terminan en la corteza del hemisferio cerebeloso heterolateral. De este modo, la orden voluntaria, que desciende por las vías piramidales, evoca la huella de un determinado acto motor en los núcleos del puente; éstos despiertan tal huella en la corteza cerebelosa a través de las fibras pontocerebelosas; los axones corticales la reavivan en los núcleos dentados y emboliformes, en los cuales se elabora el impulso nervioso para realizar el acto motor automático.

Los procesos automáticos del cerebelo sólo tienen efectividad si el individuo se encuentra de pie. Entonces, el sáculo actúa en los núcleos vestibulares laterales (de Deiters) y en la substancia reticular, que se prolonga hacia el cerebelo. En estas condiciones, el potencial facilitador, que siempre dispone en reserva la substancia reticular, deriva hacia el cerebelo y facilita el funcionamiento de los núcleos dentado, emboliforme, globoso y del techo, con lo que los procesos cerebelosos pueden realizarse.

Si el individuo se encuentra en una posición de decúbito, no hay excitación del sáculo y, por lo tanto, tampoco se excitan ni los núcleos vestibulares laterales ni la substancia reticular, con lo que los núcleos centrales del cerebelo se apagan funcionalmente. Sin embargo, la corteza cerebelosa está siempre activa, pues continuamente recibe informes de todo estado postural previo. En estas posiciones de decúbitos, al cerebelo llegan además corrientes nerviosas vehiculadas por el gran contingente de fibras que desde el núcleo olivar inferior son lanzadas hasta la corteza de aquél.

Son las *fibras olivocerebelosa* que terminan en toda la corteza del hemisferio cerebeloso heterolateral, con excepción de la corteza del arquicerebelo (lóbulo floculonodular).

De este modo, el cerebelo y el núcleo olivar inferior pueden coordinar los actos motores en las posiciones de los decúbitos.

En resumen[1], el neocerebelo puede concretarse del siguiente modo: 1.º) Rige la marcha automática, armonizada con el equilibrio y con la postura, y regula en esta marcha las posturas de aprestamiento de la cabeza y las diversas actitudes de las extremidades superiores. 2.º) Los procesos del neocerebelo se subordinan al substrato volitivo por intermedio de los núcleos del puente. 3.º) Cuando la actividad cerebelosa tiende a apagarse en las posturas de decúbito, las corrientes nerviosas que llegan en

[1] A propósito de las vías aferentes y eferentes del neocerebelo: JANSEN (1958). Sobre vías cerebelosoolivares y olivocerebelosas: BRODAL (1940). Sobre localizaciones en la corteza cerebelosa ver ADRIÁN (1934). Los trabajos indicados llenan extensos capítulos. A pesar de su interés fundamental no los podemos resumir en el espacio disponible. En su lugar hemos planteado el criterio unitario expuesto sobre la organización del neocerebelo, basándonos en el substrato.

este caso a través de las fibras olivocerebelosas, determinan que el núcleo olivar inferior y el cerebelo se conviertan en un substrato integrador de los actos motores automáticos, que tienen lugar durante estas posiciones de decúbitos.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Neocerebelo = Organización de la postura en la marcha y en el decúbito. NÚCLEO DENTADO. NÚCLEO EMBOLIFORME. Haces dentoemboliformes eferentes. Torsiones compensadoras de la marcha. CORTEZA NEOCEREBELOSA. *Vermis inferior. Lóbulos laterales.* Amígdala cerebelosa. Lóbulo digástrico. Lóbulos semilunares. Lóbulo sencillo. Fibras pontocerebelosas. Fibras cerebelosoolivares.

CAPÍTULO 33

CEREBELO EN CONJUNTO. CONFIGURACIÓN. ORGANIZACIÓN DE LA CORTEZA CEREBELOSA

El cerebelo se sitúa por detrás y por encima del tronco del encéfalo, al que está unido por los pedúnculos cerebelosos. Refuerza el techo del cuarto ventrículo, techo que en su parte culminante se introduce en la fosita cerebelosa.

Con el fin de aumentar la superficie, la corteza del cerebelo está surcada por muchas fisuras (*fisuras del cerebelo*), que lo dividen en láminas (o *folia del cerebelo*).

Desde el punto de vista morfológico, en el cerebelo se puede considerar una parte media, que por su aspecto de gusano recibe el nombre de *vermis*, y dos gruesas partes laterales que forman los *hemisferios cerebelosos*.

En un corte sagital y medio (fig. 164), el VERMIS se secciona en toda su longitud. En este vermis se puede distinguir, siguiéndolo desde arriba y adelante hacia atrás y abajo, las siguientes partes: la *língula* (Ling), *lóbulo central* (LC), el *culmen* (Cul), el *declive* (Decl), el *folium* (Fol), el *túber* (Tub), la *pirámide* (Pir), la *úvula* (Uv) y el *nódulo* (Nod).

Los HEMISFERIOS CEREBELOSOS corresponden a las partes laterales. Su estudio, al igual que el del vermis, puede realizarse bien cuando el cerebelo es visto por su cara superior y por su cara inferior.

En la cara superior (figs. 165 y 167) del cerebelo se aprecia el lóbulo central y el culmen, como partes correspondientes del vermis, que se continúan lateralmente en los hemisferios con las *alas del lóbulo central* y con los *lóbulos cuadrangulares*, respectivamente. El límite posterior de estas formaciones, que filogenéticamente pertenecen al paleocerebelo, es la *cisura prima*.

Detrás de esta cisura se encuentra el *lóbulo simple*, cuya parte de vermis correspondiente está en declive, siguiendo el mismo declive iniciado en el lóbulo central. Un surco profundo separa el lóbulo simple de otro que está por detrás y que recibe el nombre de *lóbulo semilunar superior*, que se estrecha hacia la línea media, por lo que la parte de vermis que le pertenece, que es el folium, es muy pequeña.

Aun en la cara superior del cerebelo se esboza el lóbulo semilunar inferior, separado de su homónimo superior por la *cisura horizontal del cerebelo*, pero aquél es más visible en la cara inferior.

En la cara inferior del cerebelo (figs. 165 y 167), y en lo que corresponde a hemisferios, se ve: 1.°) Las *amígdalas* (Amg), entre las que queda la úvula (Uv) del vermis. 2.°) Los *lóbulos digástricos* (Digas), entre los que se intercala la pirámide (Pir). Los dos vientres de este lóbulo, a lo que debe su nombre, están separados por el surco crucial. 3.°) El *lóbulo semilunar inferior* (Semi I), cuya parte de vermis es el túber (Tub).

En una visión anterior (fig. 167) del cere-

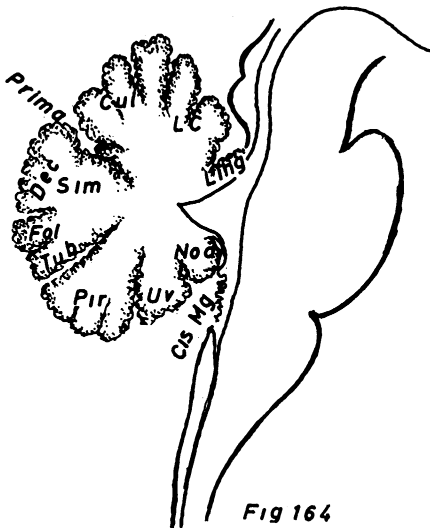
belo, cuando es desconectado del tronco del encéfalo por sección de los pedúnculos cerebelosos, se puede observar el *flóculo* (Floc), formación cortical par, situada lateralmente, que se prolonga hacia adentro por una lámina estrecha llamada *pedúnculo del flóculo,* que llega hasta el *nódulo* (Nod). Éste pertenece al vermis cerebeloso. El flóculo, su pedúnculo y el nódulo forman el *lóbulo floculonodular,* cuyo límite posteroinferior es la *cisura posterolateral* (o postnodular), que es la primera que aparece en el desarrollo embrionario del cerebelo.

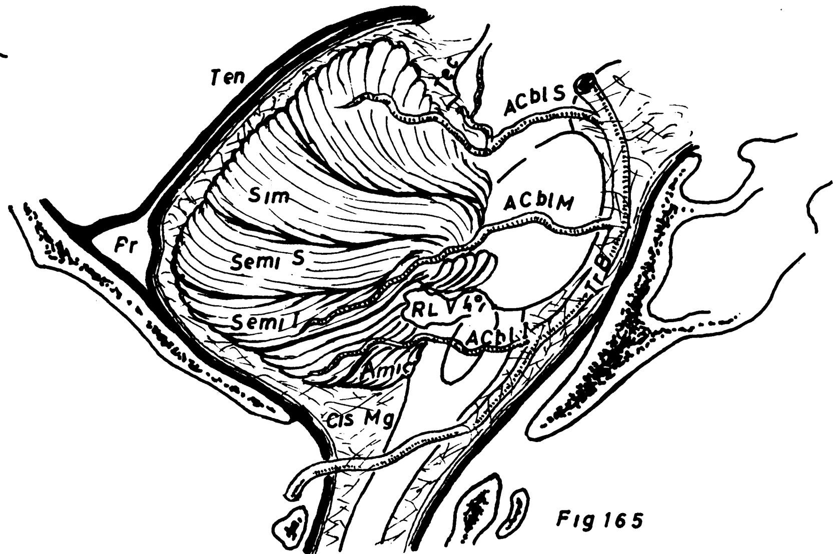
El primer esbozo cerebeloso del embrión es el lóbulo floculonodular, el cual, además, junto con los núcleos del techo, representa la primera formación que aparece en el desarrollo filogenético (arquicerebelo). Cuando el cerebelo embrionario se separa netamente del resto por medio de la cisura posterolateral.

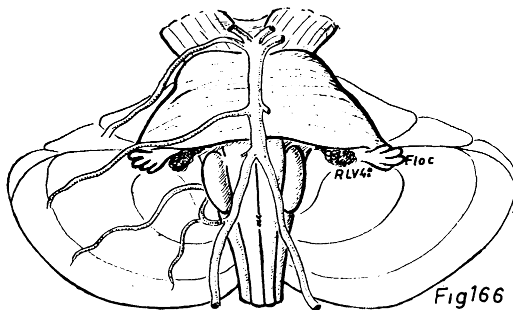
La fosita del cerebelo, que se aprecia bien en la visión anterior de este órgano, se confunde con la parte culminante del techo del cuarto ventrículo. Los límites cerebelosos superior e inferior de la fosita son, respectivamente, la língula y el nódulo. El techo del cuarto ventrículo (velos medulares superior e inferior), y lateralmente los pedúnculos cerebelosos, terminan de enmascarar tal fosita.

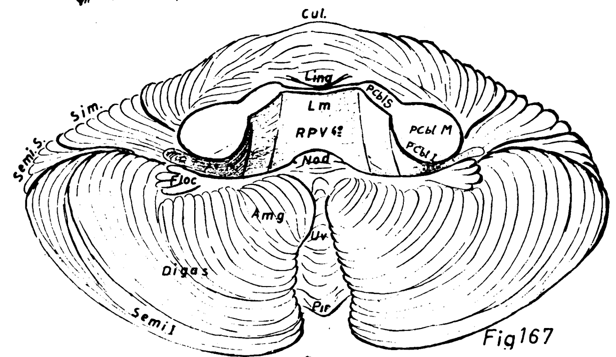
Una visión conjunta de todas las formaciones de la corteza cerebelosa se puede conseguir representando el cerebelo como un mapa en forma de planisferio (fig. 161).

El cerebelo y el tronco del encéfalo están alojados en una fosa del cráneo, que en parte la constituyen la apófisis basilar y la concha del occipital (fig. 165). Por encima del cerebelo, una dependencia meníngea, lla-









FIGS. 164, 165, 166 y 167. — Mostrando diferentes visiones de la configuración cerebelosa.

mada tienda del cerebelo (Ten), lo cubre y forma por delante una hendidura, por donde pasa el mesencéfalo. El resto de las meninges (cuyo estudio se hará más adelante) proporciona un amplio espacio subaracnoideo entre el cerebelo y el bulbo. Es la gran cisterna cerebelosa, que se llena del líquido cefalorraquídeo que pasa a través de los agujeros de Luschka y Magendie de la membrana tectoria, único tabique de separación entre el cuarto ventrículo y la gran *cisterna magna* (Cis Mg).

Un tumor cerebeloso puede originar grandes trastornos, aunque solamente sea por el desplazamiento de neuroeje y cerebelo en el interior de esta celda. El borde cortante de la hendidura de la tienda del cerebelo puede llegar incluso a seccionar funcionalmente el mesencéfalo, lo que equivale a una descerebración. Si el cerebelo se desvía hacia abajo, entonces la amígdala puede encajarse dentro del agujero occipital, lo que determina una compresión del bulbo de consecuencias fatales.

ORGANIZACIÓN DE LA CORTEZA CEREBELOSA (fig. 229, cap. 44)

El estudio histológico de la corteza cerebelosa, aun sin entrar en detalles, ayuda a comprender su funcionamiento íntimo.

La vía de entrada de corrientes nerviosas hacia la corteza está representada por dos tipos de fibras, diferentes en cuanto a su aspecto histológico, que son las *fibras musgosas* y las *fibras trepadoras.* La vía de salida es un solo tipo de fibras: los axones de las *células de Purkinje,* que conectan la corteza cerebelosa con los núcleos centrales.

El resto de las células y fibras de la corteza tiene por misión difundir la corriente nerviosa hacia amplias zonas y hacer que se creen circuitos de entretenimiento de aquélla.

Con este fin, en el estrato más profundo de la corteza, llamado *capa de los granos,* existen células nerviosas, las células de los granos, cuyas dendritas reciben las fibras musgosas, estableciéndose a este nivel unas sinapsias muy arborizadas (glomérulos). Los axones de las células de los granos se dirigen hacia la superficie y acaban dicotomizándose (axones en T); las dos ramas de bifurcación de estos axones son muy largas, lo que permite difundir la corriente por una amplia zona cortical, y tienen la particularidad de que se disponen según el eje longitudinal de la lámina cerebelosa.

La corriente nerviosa que llega al estrato más superficial, denominado *capa molecular,* forma circuitos de entretenimiento merced a las conexiones que establecen entre sí las pequeñas células que aquí existen, lo que hace que la corriente persista en esta capa superficial. En ella se arboriza el gran complejo dentrítico de las células de Purkinje, siendo ésta una de las maneras de cómo la corriente de la capa molecular pueda salir y ser lanzada hacia los axones de aquellas células. Es lógico pensar que la corriente puede alcanzar de este modo a más de una célula de Punkinje.

Pero aún hay otro modo más preciso para que la corriente nerviosa superficial alcance a varias células de Purkinje, y es a través de las *células en cesta,* que se sitúan en la parte más profunda de la capa molecular. Tales células tienen un axón largo que envía colaterales a varias células de Purkinje, en las que forman a modo de un capuchón o cesto.

Y un tercer modo de que la corriente llegue a varias células de Purkinje es a través de colaterales de los axones de éstas, que sinaptizan en otras células vecinas.

Hacia la corteza ascienden también las fibras trepadoras, así llamadas porque parecen trepar por el soma y por las dendritas de las células de Purkinje.

Obsérvese que todas las corrientes llegan al estrato superficial, bien directamente como lo hacen las fibras trepadoras o bien a través de los axones de las células de los granos en el caso de las fibras musgosas.

Se admitía hasta hace unos cuantos años que todas las fibras de las vías de entrada (haces espinocerebelosos, tectocerebelosos, olivocerebelosos, etcétera) tenían el aspecto histológico de fibras musgosas, excepto las pontocerebelosas, que se identificaban con las fibras trepadoras. En la actualidad, se admite que incluso las fibras pontocerebelosas son del tipo de las musgosas; la fibras

trepadoras no son más que colaterales recurrentes de los axones de los núcleos centrales. Así se formarían circuitos entre corteza-núcleos-corteza, muy a propósito para el entretenimiento y persistencia del potencial nervioso.

En resumen, el aspecto histológico de la corteza cerebelosa presenta desde la superficie hasta la profundidad tres capas: la *capa superficial o molecular*, en la que existen pequeñas células conectadas entre sí, las células en cesta, el árbol dentrítico de las células de Purkinje con las terminaciones de las fibras trepadoras, y los axones en T de las células de los granos; la *capa intermedia*, también llamada capa de las células de Purkinje, porque a este nivel se sitúan los somas neuronales de estas células; la *capa profunda o de los granos*, formada por los somas de las células de los granos y sus dendritas, sinaptizan con las terminaciones de las fibras musgosas.

Insistimos en el esquema (fig. 229, cap. 44) donde la organización estructural de la corteza del cerebelo se ofrece con el aspecto más sencillo, suficiente para introducirse en el significado funcional de sus conexiones, cuya complejidad real se ponen en manifiesto al consultar tratados de neurohistología, entre los que sigue descollando Cajal a pesar del tiempo transcurrido. Sin embargo, como efectivo avance sobre el particular, debemos de citar a Eccles y col. (1967), que ofrecen una corteza cerebelosa como corresponde a la estructura y neurofisiología de estos últimos años.

A tales propósitos, la unidad estructural funcionante, se hace más compleja al admitir células intersticiales (de axón corto de Golgi) distribuidas entre sus tres estratos (superficial, medio y profundo), cuyas conexiones (siempre demostrables por métodos argéntico a microscopia de luz) ofrecen al Microscopio Electrónico un desarrollo tan extraordinario que ocupan prácticamente todo aquel mal llamado intersticio nervioso, como se demuestran en la misma obra de Eccles por reconstrucción tridimensional. La unidad bioeléctrica lograda allí sólo merecería referirse en un ambiente neurofisiológico especializado de «potenciales evocados». Aquí es donde la ordenación del estímulo por todo el complejo sináptico, ofrece una clara aproximación a la cibernética e integración de tal estímulo en el sistema básico binario. Es aquí donde neurofisiólogos y biomatemáticos especializados en electrónica, encontrarán campos comunes para mutua colaboración investigadora en el futuro. Cierto que la referencia principal es siempre la fisiopatología experimental que aunque se la considera clásica, sigue ofreciendo nuevos aspectos, cuando se analizan los resultados con todo detenimiento objetivo y sentido unitario. A este propósito notemos cómo los informes acumulados en el cerebelo, deben llevar al fin estático postural que corresponde, siempre dentro de las reglas reflejas más sencillas, aunque parezcan complicarse en la estructura referida antes.

Las células de Purkinje dominan este complejo estructural, ofreciendo una distribución topográfica por cada laminilla y lóbulo, en consecuencia en su papel integrador y conmutador dominante. (Martínez Millan, 1971.)

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

CONFIGURACIÓN DEL CEREBELO. *Vermis* superior. Vermis inferior. Língula. Lóbulo central. Culmen. Declive. Folium. Túber. Pirámide. Úvula. Nódulo. *Hemisferios cerebelosos* . Lóbulos cuadrangulares. Cisura prima. Lóbulo simple. Lóbulo semilunar superior. Lóbulo semilunar inferior. Amígdalas. Lóbulo digástrico. Flóculo. Nódulo. *Cisterna magna*. *Organización de la corteza cerebelosa*. Fibras musgosas. Fibras trepadoras. Células de Purkinje.

CAPÍTULO 34

RECAPITULACIÓN DE ALGUNOS CONCEPTOS SOBRE EL CEREBELO. LESIONES CEREBELOSAS

En los capítulos anteriores se ha hecho un estudio funcional y morfológico del cerebelo. Es cierto que el arquicerebelo y el paleocerebelo rigen el equilibrio y la postura en la estática, y que el neocerebelo coórdina el uno y la otra en la dinámica. Pero las funciones del cerebelo son más amplias y no todas bien conocidas. En términos generales, se puede afirmar que el cerebelo interviene en la sinergia de los músculos esqueléticos, coordinando la acción de los grupos musculares y regulando la sucesión temporal de su contracción. El ejemplo más claro de todas estas funciones es la regulación de la marcha automática, en la que el cerebelo hace el papel de un director de orquesta, ordenando la entrada en acción de determinados músculos en el momento oportuno, la relajación de otros y la sucesión rítmica de los movimientos.

El cerebelo realiza estas funciones gracias a unas corrientes nerviosas que entran en él. Estas corrientes van canalizadas por una serie de fibras, que constituyen las vías aferentes, cuya recapitulación se hace a continuación.

VÍAS AFERENTES

1. — *Fibras del nervio vestibular*, bien directas o bien indirectas, porque hayan recambiado previamente en los núcleos vestibulares. Terminan fundamentalmente en los núcleos del techo, núcleos globosos y en la corteza del lóbulo floculonodular.

2. — *Haces espinocerebelosos*, de los cuales el anterior llega a la língula, lóbulo central y culmen, que son formaciones del vermis superior. El haz espinocerebeloso posterior termina en la alas del lóbulo central y en el lóbulo cuadrangular. Fibras de estos haces alcanzan también las amígdalas, la úvula y la pirámide.

3. — *Fibras tectocerebelosas*, que desde los tubérculos cuadrigéminos son lanzadas hasta el lóbulo simple, el folium y el túber.

4. — *Fibras de los núcleos cuneiforme y accesorio*, en los que han hecho recambio las fibras vehiculantes de la sensibilidad profunda de las extremidades superiores y del cuello. Las del cuello terminan en el lóbulo simple; las de las extremidades, en los lóbulos semilunares.

5. — *Fibras pontocerebelosas*, que llegan fundamentalmente a los lóbulos simple, semilunares y digástrico, que representan, aun dentro del neocerebelo, las formaciones filogenéticas más modernas.

6. — *Fibras olivocerebelosas*, originadas en el núcleo olivar inferior y lanzadas a toda la corteza cerebelosa, con excepción del flóculo y del nódulo.

Las vías anatómicas de entrada de estas

fibras aferentes son los pedúnculos cerebelosos. Con excepción de las fibras pontocerebelosas, que van con los pedúnculos cerebelosos medios, y las tectocerebelosas y haz espinocerebeloso anterior, que son transportadas por los pedúnculos superiores, el resto de las fibras aferentes penetran en el cerebelo por los pedúnculos cerebelosos inferiores. (En la actualidad se admite que existen también fibras reticulocerebelosas, originadas fundamentalmente en el núcleo reticular lateral y en el núcleo arcuato, que penetran por el pedúnculo cerebeloso inferior.)

Como ya hemos comentado en el capítulo anterior, estas vías aferentes constituyen las fibras musgosas que acaban en la corteza cerebelosa. La corriente ahí acumulada es lanzada por los axones de las células de Purkinje a los núcleos centrales.

VÍAS EFERENTES

Los impulsos nerviosos que salen del cerebelo caminan por los axones de los núcleos centrales, los cuales constituyen las vías eferentes, transmisoras de las órdenes funcionales del cerebelo.

Estos axones se incorporan a los pedúnculos cerebelosos, que son las vías anatómicas normales de entrada y de salida de las fibras. Los axones de los núcleos dentoemboliformes van con los pedúnculos cerebelosos superiores; los de los restantes núcleos centrales (globosos, del techo) con los pedúnculos cerebelosos inferiores.

Por los pedúnculos cerebelosos inferiores caminan también una parte de los axones del núcleo del techo, la cual forma el llamado *fascículo uncinado.*

Hemos de advertir que en estas nociones sobre el cerebelo, hemos admitido las *teorías somatotópicas* o localizacionistas, que defienden la representación de distintas partes del cuerpo en distintas zonas de corteza o de núcleos.

La teoría somatotópica, formulada y defendida en trabajos científicos de varios investigadores (Bolk, Rijnberg, Snider, etc.), es rechazada por otros (Sherrington), que fundándose en la uniformidad de la estructura histológica de toda la corteza cerebelosa, sostiene que el cerebelo actúa como un todo sobre todo el organismo.

Los estudios de la Anatomía Comparada parecen confirmar la hipótesis localizacionista. El distinto desarrollo filogenético del cerebelo está relacionado con la aparición de los miembros, con el mayor o menor desarrollo de algunas partes del cuerpo, con las capacidades funcionales de éstas, etcétera. Entre los muchísimos ejemplos que se pueden citar, tenemos: el gran desarrollo del lóbulo simple en los animales de cuello largo y de gran capacidad funcional del mismo, como es el caso de las jirafas; la relación que existe entre el tamaño de la língula y el tamaño de la cola; el mayor desarrollo del lóbulo digástrico y de los lóbulos semilunares en las especies animales con grandes capacidades funcionales de sus extremidades; la morfología característica de la úvula y de las amígdalas en los animales cuadrúpedos, etc.

La Anatomía Comparada proporciona, por lo tanto, conocimientos funcionales sobre el cerebelo. El estudio de éste es abordado en la actualidad por muchas técnicas (degeneración walleriana, electroencefalografía, patología experimental, etc.).

Otra fuente de conocimientos sobre las funciones cerebelosas es la observación de los síntomas de aquellos pacientes con *lesiones* en el órgano. En términos generales, se puede afirmar que la mayor parte de estos síntomas clínicos se deben a la falta de sinergia de la contracción de los músculos esqueléticos, lo que recibe el nombre de *ataxia.* Además de ataxia, suele haber *hipotonía* (músculos blandos por falta de tono), *astenia* (o fatiga muscular por pérdida o disminución de la fuerza de los músculos), *temblor* (que suele ser temblor intencional, que es el que aparece al finalizar un acto motor, pero que no existe durante el reposo) y *nistagmo* (síntoma que aparece probablemente como lesión conjunta de los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo).

La falta de la sinergia muscular, o sea, la ataxia, tiene muchas manifestaciones o signos, que reciben diversos nombres y que pueden ser explorados por el clínico. Entre otros, se pueden citar los siguientes signos de ataxia: 1) Trastornos de la bipedestración (el sujeto no puede mantener la postura erecta y para mantenerse de pie tiene que separar mucho los pies, con lo que aumenta la base). 2) Trastornos de la marcha o marcha de ebrio (el paciente, por lo general, se desvía hacia el lado de la lesión). 3) Descomposición de movimientos, por la falta de la sinergia funcional de las distintas articulaciones que intervienen en un determinado movimiento. 4) Dismetría (o incapacidad para detener un movimiento en el punto deseado). 5) Adiadococinesia (dificultad para realizar un movimiento, detenerlo y hacer inmediatamente

el movimiento contrario, como, por ejemplo, hacer pronaciones y supinaciones rítmicamente). 6) Habla escandida (a causa de la falta de coordinación de los músculos fonadores, el habla se hace alargada, sin pausas bien reguladas y con arrastre de sonidos).

A pesar de lo mucho que se ha desentrañado de las funciones del cerebelo, éste resulta aún el gran desconocido del S. N. C. Como ya veremos en capítulos sucesivos, las fibras de los músculos centrales, tras su recambio en el tálamo, llegan hasta áreas motoras de la corteza cerebral, pero en la actualidad se sospecha que tales proyecciones alcanzan también la corteza sensitiva de los hemisferios cerebrales. Estudios recientes parecen confirmar la llegada de estímulos exteroceptivos (visuales y acústicos, fundamentalmente) al túber y al folium, estímulos que se integrarían en la coordinación de los reflejos de aprestamiento. Incluso parece que el cerebelo se encarga de coordinar actos de los músculos lisos, y que en su corteza hay también representaciones del sistema visceral (influencias sobre la miosis y midriasis, sobre el músculo detrusor de la vejiga, etc.).

En la figura 163 se hace un resumen de la terminación de las vías aferentes y de la representación de las distintas partes del organismo en la corteza cerebelosa.

Merece anotarse que el concepto de arqui-paleo y neocerebelo han venido sufriendo en el transcurso de estos 20 últimos años oscilaciones de interés. Su vigoroso concepto fisiológico (apoyado en la ontogenia y en la filogenia) no ha tenido fácil encaje en la interpretación de cuadros clínicos. Sin embargo, cuando las lesiones son puras, dicho encaje resulta cada vez más lógico, así:

El *arquicerebelo* pretende un equilibrio filiforme (lateral principalmente) gracias al informe del sáculo, conducto semicircular interno, floculo y nucleo fastigii. El trastorno de este substrato conduce al vértigo donde la incapacidad de equilibrio y del enderezamiento es absoluta, acompañado de un instagnus lateral puro. Además predispone a la lipotimia y síncope por la íntima relación de este substrato con la formación reticular tronco-encefálica. El síndrome arquicerebeloso puro habrá que buscarlo en lesiones concretas del substrato o bien, en sus trastornos funcionales (síndrome de Meniere), pues en una amplia lesión quedaría enmascarado.

El *paleocerebelo* pretende un equilibrio axil completo, requiriendo posturas esenciales sobre todo en la cabeza, lo que se logra por informe del laberinto total y del tono muscular axil, integrado todo, en el lóbulo central cerebeloso. Es lógico que el trastorno de este substrato conduzca el desequilibrio postural de la cabeza sin nistagmos puro y que la pérdida fundamental de equilbrio sea propia de la estática y muy manifiesta en la oscilación antero-posterior, pues el individuo exagera entonces la presión de la punta de su pie y el opistotonos, lo que le hace caer de espaldas.

El *neocerebelo,* pretende entre otras cosas, un equilibrio en la marcha, donde hay que adaptar múltiples posturas compensadoras de rotación recíproca en distintas alturas del cuerpo, durante cada paso en que se avanza. A estos efectos, los informes se integran en los lóbulos laterales. La lesión parcial de uno de ellos lleva a trastornos posturales un tanto localizados. Como los lóbulos están relacionados funcionalmente en el pliegue crucial, la lesión de esta zona generalizaría el trastorno postural haciendo la marcha cada vez más difícil, tomando aspecto de ataxia.

La *ataxia* es una alteración de la marcha, aunque sus causas pueden ser mucho más amplias que las referidas en el caso del cerebelo. Sólo los tratados de neurofisiopatología los pueden fundamentar.

S. N. C.

Diencéfalo

CAPÍTULO 35

DIENCÉFALO: SU ORGANIZACIÓN COMO SUBSTRATO INTEGRADOR DEL INSTINTO. HIPOTÁLAMO-HIPÓFISIS

Como el instinto lleva a la conservación del individuo y de la especie, necesitará basarse en centros rectores de funciones nutritivas y reproductoras; igualmente necesitará de centros que establezcan impulsos y actitudes somáticas para el mejor desempeño de esas funciones. Todo ello va integrándose en el DIENCÉFALO (Di) (fig. 168), vesícula cuya situación en el tubo nervioso primitivo es ya conocida, y se estira formando un embudo hacia abajo, hasta el fondo de la boca, con el que contacta, circunstancia inducida por tejido organizador precordal allí existente desprendido junto a la notocorda (Not). De esta manera se constituye la *hipófisis* (Hip), integrada por una parte diencefálica que da lugar a la neurohipófisis y por otra parte derivada del fondo de la boca que forma la adenohipófisis. El diencéfalo también se prolonga hacia arriba para constituir otra glándula muy vascularizada que es la *epífisis* (Epf). Hipófisis y epífisis se organizan para regir e informar sobre las funciones vegetativas, que son las nutritivas y reproductoras aludidas en un principio.

En el estado adulto, el diencéfalo recuerda mucho la forma embrionaria clásica (figuras 169 y 170), distinguiendo una mitad superior muy elevada o *tálamo* (Thal) y una mitad inferior que es la que formó embudo, del que pende la neurohipófisis, y recibe el nombre de *hipotálamo* (Hpth). El diencéfalo forma también cavidad ependimaria, aplastada lateralmente y muy amplia, llamada *ventrículo tercero* (V 3.º), ofreciendo unas paredes laterales cuyos detalles recuerdan mucho a los generales del tubo nervioso embrionario (fig. 171). Las diferencias corresponden a la parte más baja (fig. 170), donde emigra la glía para constituir el lóbulo neurohipofisario. La parte más alta o techo del diencéfalo, muestra una lámina tectoria con plexos coroideos (Cor) parecidos a los del cuarto ventrículo rom-

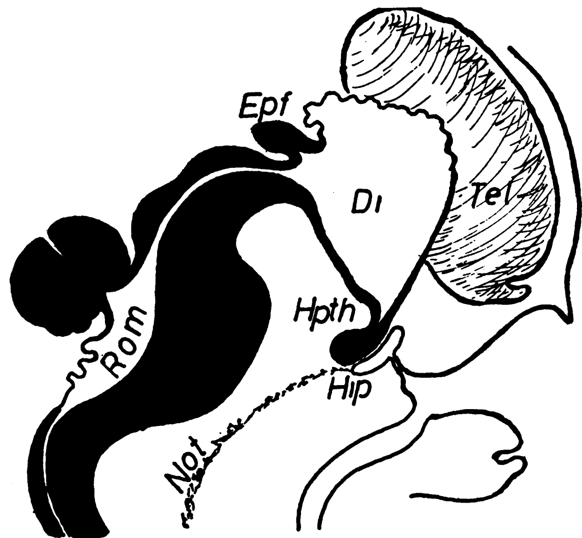
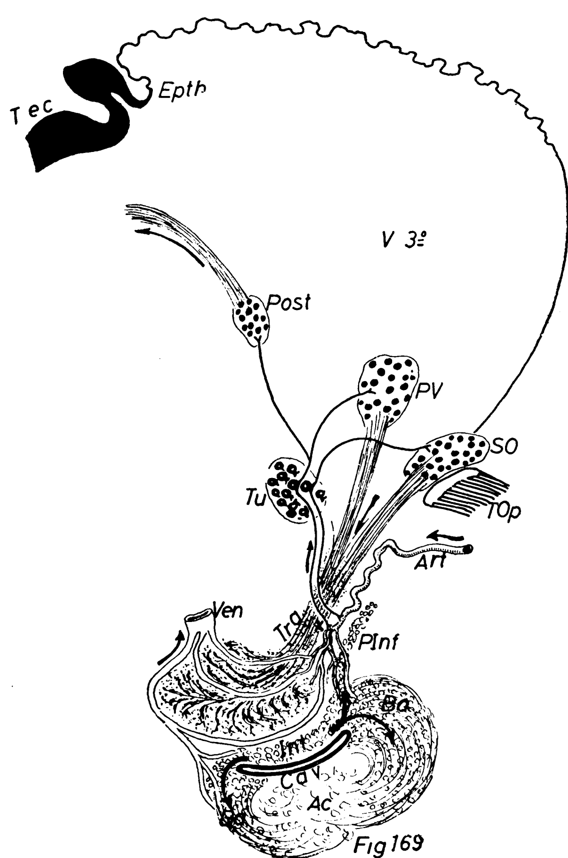
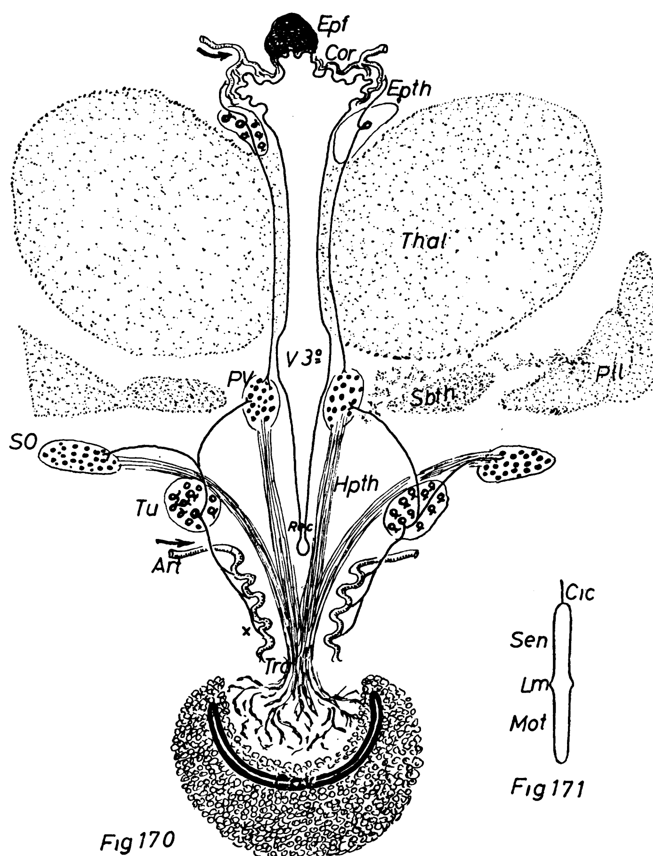
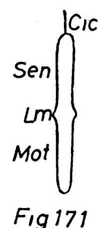


FIG. 168. — El diencéfalo en desarrollo visto sagitalmente.







FIGS. 169, 170 y 171. — El hipotálamo-hipófisis en una visión lateral y frontal, respectivamente. Nótese además la figura 171, que representa el patrón de tubo nervioso para compararlo con el que se ofrece a nivel del diencéfalo

boencefálico. Todo lo demás es fundamentalmente análogo al patrón de tubo nervioso; así, existe también un surco limitante pero muy dilatado [1], que en período embrionario desprendió proliferaciones neurovegetativas, lo mismo que ocurrió en el caso de la médula espinal; sin embargo, en el diencéfalo los axones de estos núcleos vegetativos se limitan a llegar al lóbulo neurohipofisario para producir una neurosecreción rectora de funciones vegetativas que recuerda mucho al caso de la adrenalina y de la acetilcolina que se liberaba en las terminaciones nerviosas ortosimpáticas y parasimpáticas [2]. Así queda constituido el *hipotálamo-hipófisis,* rector de funciones neurovegetativas. En contraste con el hipotálamo-hipófisis, tenemos el *epitálamo-epífisis* (Epf), constituido a base de neuronas

[1] El surco limitante ofrece un ensanchamiento muy discutido, sobre todo en cuanto a su amplia terminación frente a la lámina terminal diencefálica. Ello explica que se haya referido al surco de MONRO, al receso supraquiasmático, al receso infundibular e incluso al receso mamilar (ver la recopilación en DIEPEG, 1962).

[2] La neuronosecreción es una liberación de substancia en las colaterales y terminales del tracto supraóptico hipofisario, como demuestra SPATZ siguiendo la ley neuronal de CAJAL. De una manera filogénica y ontogénica lo demuestran DIEPEN, ENGELHARDT y SMITH-AGREDA (1953). BARGMAN, que descubrió dichas neuronosecreciones en 1949, juntamente con SCHARRER (1954), demuestran el transporte glial de dichas neuronosecreciones, que más tarde se convertirán en neuronosecreciones específicas, según lo demuestran HILD y ZETTLER (1952), así como ACHER (1956 y 1958). Estos trabajos ratifican primitivos conceptos funcionales de las zonas neurosecretoras (ABEL, 1923; FISCHER, 1938).

sensibles que saben captar el estado de algunas constantes sanguíneas de los plexos coroideos que lo riegan. En el diencéfalo observamos además una matriz sensitiva parecida a la placa alar de la médula que da lugar a un amplio núcleo, sensitivo también, que en el tálamo (Thal); también observamos en el diencéfalo una matriz motora que da lugar a un amplio substrato motor impulsivo vital llamado subtálamo (Sbth). De esta suerte resulta práctico considerar el diencéfalo organizado así: hipotálamo-hipófisis para regir funciones neurovegetativas trófico-reproductoras. Epitálamo-epífisis para captar la oscilación de constantes sanguíneas de un metabolismo basal. Tálamo u órgano integrador de sensibilidades múltiples. Subtálamo, en fin, órgano de impulsos vitales.

HIPOTÁLAMO-HIPÓFISIS (Dirección de funciones trófico-reproductoras)

La glía que embrionariamente se desprende del infundíbulo diencefálico para formar el lóbulo neurohipofisario, se infiltra entre los axones proyectados desde dos núcleos neurovegetativos hipotalámicos. Dichos núcleos son: el *paraventricular* (Pv), que está a ambos lados del mismo ventrículo, y el *núcleo supraóptico* (So), que emigra mucho lateralmente hasta colocarse encima de las vías ópticas, todavía no estudiadas. Dichos núcleos tienen su matriz en la parte terminal del surco limitante y de allí se separan emigrando hasta situarse en su posición definitiva. Los axones de estos núcleos se distribuyen profusamente por toda la neurohipófisis y liberan la *neuronosecreción*, que es un producto inespecífico denunciable histoquímicamente en el sitio que se produce. La neuronosecreción se libera por las descargas axónicas lanzadas de los núcleos indicados, de una manera parecida a como se libera la adrenalina y la acetilcolina ante las descargas ortosimpáticas y parasimpáticas respectivamente. La neuronosecreción, sin embargo, es más compleja, correspondiendo bioquímicamente a una globulina capaz de transformarse por acción de la glía en *neurosecreciones específicas*. Estas neurosecreciones específicas se distinguen en varios grupos y obedecen a determinadas circunstancias de alarma de nuestro organismo.

Es práctico distinguir tres tipos de *alarma*: una alarma *psicofísica* (a frígore y emocional); una alarma *bioquímica* (toxicoinfecciosa y lo mismo traumática, pues en cualquiera de estas circunstancias se desintegran proteínas hasta formarse restos amínicos tóxicos y, por lo tanto, alarmígenos); una alarma, en fin, *sexual* o *gonadal*, que aunque sea bioquímica interesa destacarla por su acción más específica. En cada una de estas tres circunstancias alarmínicas la neuronosecreción se transforma en productos determinados.

Debe relacionarse la alarma psicofísica (a frígore y emocional) con la transformación de la neurosecreción en el producto específico, *vasopresina*, que vertida en la sangre tiene una acción vasopresora, lenta, sostenida y progresiva sobre la túnica elástica de las arterias (mejor que sobre las musculaturas de las mismas, en las que actúan la adrenalina y noradrenalina). La alarma bioquímica (toxicoinfecciosa) debe relacionarse con la transformación de la neuronosecreción en el producto específico, *adiuretina*, que actúa en la mácula densa de la nefrona, haciendo que el asa de Henle reabsorba el agua más intensamente y, por lo tanto, que se encharque el organismo, diluyendo así el producto tóxico alarmígeno, que en el momento oportuno podrá ser eliminado mediante descarga diurética. La alarma gonadal debe relacionarse con la transformación de la neuronosecreción en el producto específico *oxitocina*, que en apropiadas condiciones impregna la musculatura de las vías genitales, tanto femeninas (oviducto, útero, vagina) como masculinas (vías seminales) para estimular su peristaltismo y, en concreto, el trabajo específico que entonces se encuentre realizando.

La vasopresina, adiuretina y oxitocina

son, pues, transformaciones de un mismo producto neuronosecretor básico, según las circunstancias alarmínicas que capte la glía neurohipofisaria. Para canalizar su mecanismo resulta práctico concretar el factor alarmígeno que se recibe por vía sanguínea casi siempre. A estos efectos, consideremos las *arterias aferentes a la hipófisis* (Art) (fig. 169), que se capilarizan (X) hacia el tallo y que drenan la sangre por *venas* posteriormente situadas (Ven). La capilarización neurohipofisaria es suficiente para hacer que la glía sea influenciada por el factor alarmínico sanguíneo y realice la transformación neuronosecretora. La neuronosecreción iría así desapareciendo del depósito existente, lo que obliga a que se forme otra nueva que la reponga. Para ello deben de ser nuevamente estimulados los núcleos supraópticos y paraventriculares. El estímulo lo reciben de las vías sensibles alarminreceptoras, capaces de captar el factor alarmínico de los capilares (X) merced a fibras sensibles pertenecientes a *centros ganglionares sensibles* que se acumulan en las paredes del infundíbulo formando los llamados *núcleos del túber* (Tu) y *núcleo principal de Cajal,* más profundos (Prin) (fig. 173). De estos centros sensibles parten corrientes reflejas hasta los núcleos supraóptico y paraventricular, lo cual determinará un aumento de la neuronosecreción hipofisaria. De los mismos centros sensibles indicados llegarán corrientes reflejas a otro nuevo núcleo parecido al supraóptico y paraventricular; al llamado *hipotálamo posterior* (Post) (fig. 169), que lanza impulsos reflejos periependimarios descendentes para estimular a todos los núcleos neurovegetativos del romboencéfalo y médula espinal, tanto parasimpáticos como ortosimpáticos, los cuales impulsarán un funcionalismo visceral en relación con la neuronosecreción específica dominante [3].

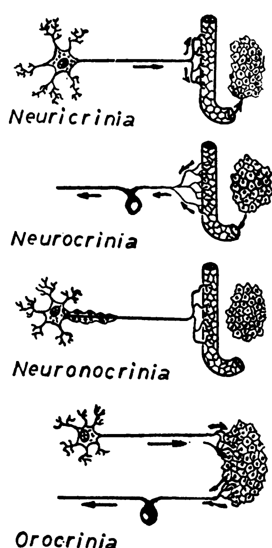


FIG. 172. — Representación esquemática de los conceptos de MOSINGER: En la *neuricrinia,* el impulso axónico actúa en el capilar de la glándula incretora. En la *neurocrinia* la hormona segregada por la glándula en el capilar, estimula las terminaciones sensibles de una célula ganglionar. En la *neuronocrinia,* la neurosecreción se desprende del axón y actúa en la glía vecina. En la *orocrinia* el impulso de la neurona actúa directamente en las glándulas incretoras y, a su vez, las hormonas de éstas estimulan directamente las terminaciones sensibles de células ganglionares. Este concepto ha mantenido cierto interés teórico.

[3] Los núcleos del hipotálamo, especialmente los sensitivos, han sido objeto de numerosas clasificaciones a partir de LE GROS CLARK. A este propósito, DIEPEN (1962) recopila en su tratado todas las clasificaciones existentes. Lo que nosotros ofrecemos aquí es simplemente, pues, introducción al concepto y significado de estos núcleos hipotalámicos.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

DIENCÉFALO = Substrato integrador del instinto. *Hipotálamo-hipófisis. Núcleos supraóptico y paraventricular.* Tracto supraóptico hipofisario. Neuronosecreción. Vasopresina. Adiuretina. Oxitocina. *Núcleos sensibles del hipotálamo. Núcleos del túber. Núcleo principal de Cajal.* Fibras quimioceptivas.

CAPÍTULO 36

ORGANIZACIÓN GLOBAL DE LA HIPÓFISIS

La *neurohipófisis*, como ya se fundamentó en el capítulo precedente, está organizada para producir neurosecreciones de acción específica a partir de un depósito común de neuronosecreción inespecífica allí existente, cosa que se realiza según la circunstancia alarmínica del sujeto. La adenohipófisis produce hormonas, también la acción trófico-reproductoras, para conservar el individuo y la especie, no sólo dentro de la completa normalidad, sino también en circunstancias de alarma. Neurohipófisis y adenohipófisis funcionan en mutua relación a través de una superficie de contacto.

La *adenohipófisis* se forma por proliferación de la pared posterior de la caverna adenohipofisaria primitiva (figs. 168 y 169) derivada del fondo de la boca. Dicha pared resulta verdadera matriz que da lugar en seguida al llamado LÓBULO INTERMEDIO (In) y a una prolongación ascendente de tejidos que llega hasta las vías ópticas (T Op) a nivel del quiasma y recibe el nombre de parte infundibular adenohipofisaria (P Inf), pues rodea al tallo neurohipofisario y al infundíbulo estudiado en el capítulo precedente. Este tejido ofrece reacción *neutrófila* en el protoplasma de sus células que no expresa actividad hormonal aún; en cambio, tiene actividad el núcleo de estas células, dispuesto a la multiplicación constantemente. Inmediatamente delante del tejido neutrófilo indicado, está el llamado *tejido basófilo* (Ba) (figs. 169 y 173), formado a expensas de la proliferación del neutrófilo. Este tejido basófilo empieza a acusar actividad protoplasmática, capaz de segregar hormonas adenohipofisarias alarmígenas de efectos parecidos a las neurosecreciones ya estudiadas; el núcleo de dichas células basófilas se le ve con menos actividad reproductora, pero ésta es posible todavía, dando lugar a más proliferación de tejido hacia delante, formando gran abultamiento, y constituyendo un verdadero LÓBULO ANTERIOR. La reacción de este lóbulo es acidófila (Ac), a base de gruesos gránulos protoplasmáticos capaces de producir hormonas estables, no alarmínicas, de misión trófica determinada; el núcleo de estas células acidófilas, en cambio, ha perdido prácticamente su capacidad reproductora en beneficio de una especialización celular irreversible, que muere con la misma célula y sólo puede reponerse con otra célula nueva.

El *tejido acidófilo* (Ac) (fig. 173), que integra en su mayor parte el lóbulo anterior, segrega la hormona somatotrófica «STH», que, vertida en la sangre, estimula las matrices de crecimiento esquelético y de tejido somático mesenquimatoso de nuestro organismo. Esto lo hace por influencia directa, tanto sobre las metáfisis óseas como sobre el periostio, así como sobre nódulos mesenquimatosos que conservan el estado

adulto y forma el tejido reticuloendotelial clásico. Tal hormona somatotrófica prolonga su acción hasta el período de la pubertad, en cuyas proximidades empieza a aparecer otra hormona en el mismo tejido acidófilo; la gonadotrófica luteinizante «GTL», que actúa sobre la gónada intersticial en el caso del hombre, y sobre la gónada luteínica en el caso de la mujer, siempre que el substrato genital pueda segregarlas.

El tejido basófilo (Ba) (fig. 173) que se dispone en casquete por delante del neutrófilo y sobre el acidófilo, es capaz de segregar tres grupos hormonales alarmígenos, en relación con las tres circunstancias alarmígenas indicadas ayer. Está la hormona tiroestimulante «TSH», que desde la sangre actúa en la vesícula tiroidea para que su epitelio pueda reabsorber el coloide y formar la tiroxina «Tir», que a su vez, vertida en la sangre, estimula las reacciones oxidativas, exotérmicas, facilitando un caudal de energía muy útil para toda reacción de síntesis, que será endotérmica y, en consecuencia, final, estimulando el metabolismo celular. Existe una relación hormonal sanguínea entre la tiroxina y la hormona tiroestimulante, cuyo producto es una cantidad constante, de tal forma que así se establece

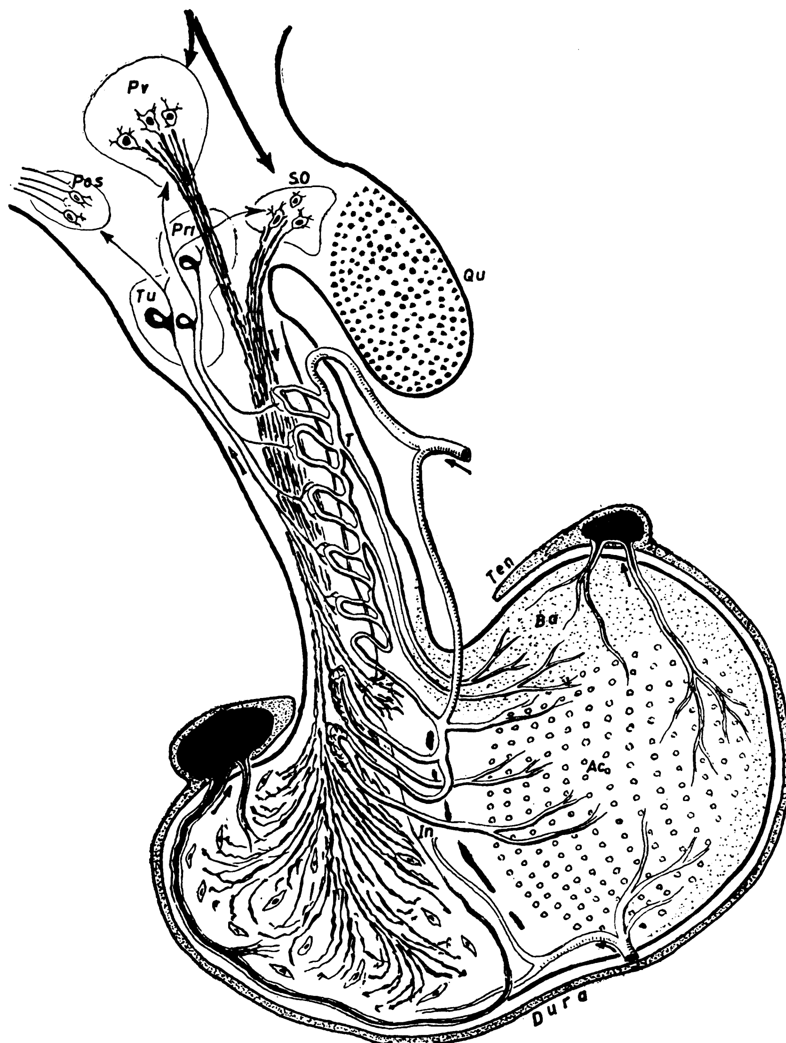


FIG. 173. — Representación esquemática sagital de la hipófisis, mostrando: la zona de neuronosecreción (en trazos espiculares); la zona acidófila (A) (en redondeles); la zona basófila (fino punteado); la neutrófila corresponde a las partes claras que están detrás de las indicadas.

una cierta regulación tirohipofisaria que dice:

$$TSH \times Tir = C$$

En principio resulta que si aumenta un término del mismo miembro de la igualdad, tiene que disminuir el otro término para que el miembro de la igualdad permanezca constante. Está también la hormona adrenocorticotrófica «ACTH», que estimula la corteza suprarrenal haciendo que segregue glucocorticoide que influye en la formación de glucosa a expensas de los aminoácidos y, por lo tanto, a expensas de las toxinas amínicas, producto de desintegración de los aminoácidos en estado de alarma toxiinfecciosa que lo produce. El glucocorticoide además retiene el sodio en el plasma, para lo cual la hormona se deposita en la nefrona oportunamente; de esta manera se produce una retención acuosa que auxilia a la acción de la adiuretina, que es concomitante en esta alarma. Está, en fin, la hormona gonadotrófica foliculinizante «GTF», que se forma por estímulo de un exceso de luteína en sangre y cuya acción para producir las hormonas foliculares en la mujer y las hor-

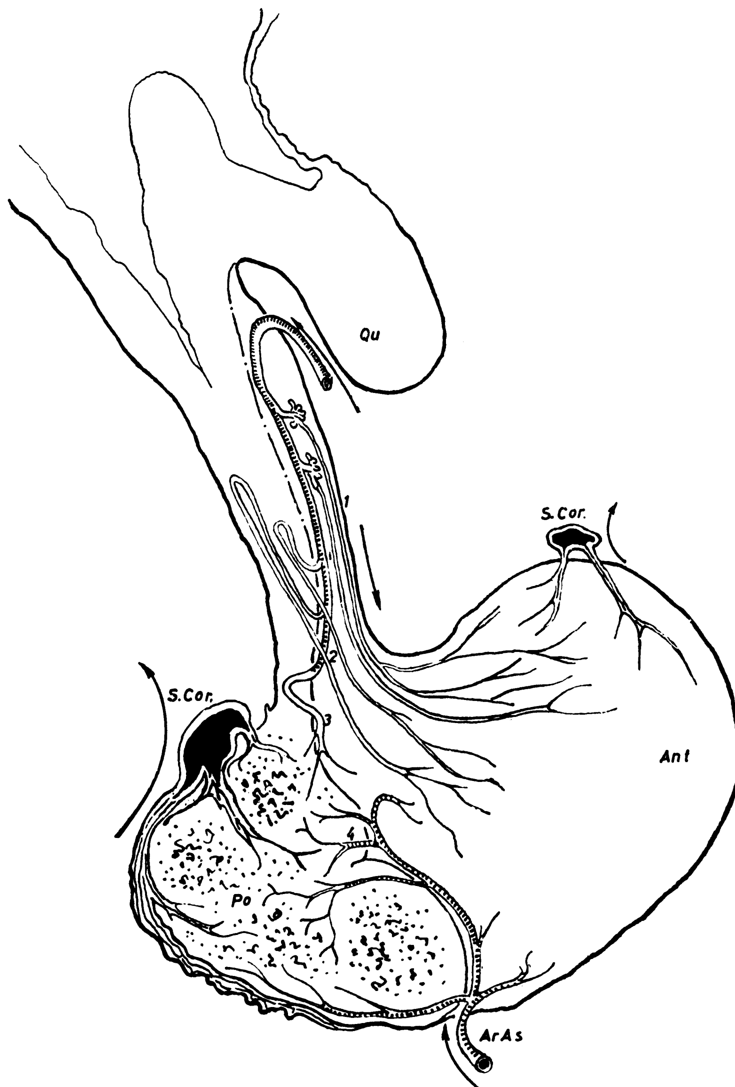


Fig. 174. — Mostrando la vascularización porta superficial (1), la central (2) y la profunda de interconexión (3). Nótese la arteria hipofisaria ascendente (Ar As) y el seno coronario (S Cor) para recibir el drenaje hipofisario.

monas de las células de sostén en el hombre, son conocidas, lo mismo que las acciones ulteriores de estas últimas. Todas estas hormonas se producen en el tejido basófilo porque el factor alarmínico llega a él mediante el sistema capilar llamado PORTA SUPERFICIAL (1) (fig. 174).

La interrelación adenoneurohipofisaria se hace en la superficie de contacto, fundamentalmente a expensas de otro sistema capilar de tipo porta llamado «porta en asa», porque constituye una horquilla primero que se introduce en el tejido neurohipofisario, continuándose después con una rama que termina (2) (fig. 174) en la adenohipófisis, constituyendo un SISTEMA PORTA CENTRAL. Ahora debemos de distinguir la interrelación en los tres estados alarmínicos indicados:

En la emoción y en el frío el estímulo viene siempre por vía nerviosa (flechas) (fig. 173) hasta los núcleos supraópticos (So) y paraventricular (Pv), desde donde parte el impulso neurosecretor. En estas condiciones la neuronosecreción se acumula simplemente en gran cantidad y automáticamente va siendo transformada por la glía en «vasopresina». La vasopresina, aparte de realizar su acción vasopresora general, va a actuar mediante el porta en asa (2) (fig. 174) en la adenohipófisis elevando la capacidad de producción de la hormona tiroestimulante, así como de la tolerancia sanguínea para el producto hormonas tiroxina y hormona tiroestimulante, de tal forma que la tasa de vasopresina puede corresponder a aquella cantidad que en principio llamábamos constante «C» del pro-

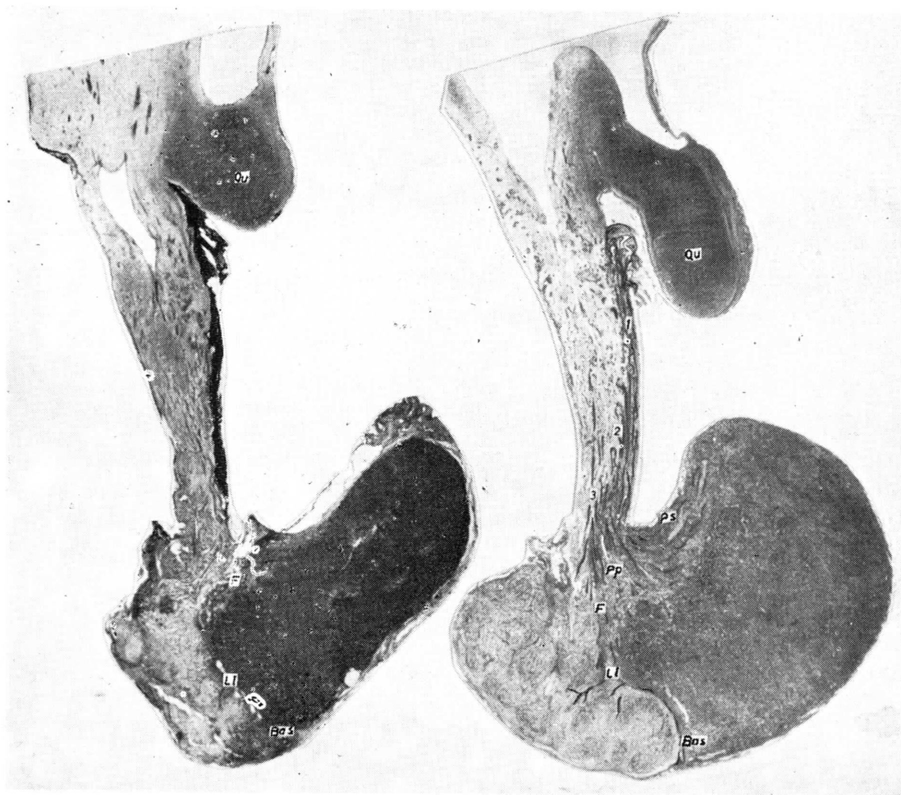


FIG. 175 FIG. 176

FIGS. 175 y 176. — Corte sagital de dos hipófisis diferentes (8 diámetros de aumento), mostrando la primera una superficie de contacto con emigraciones hacia la neurohipófisis. La segunda hipófisis muestra más bien una cuña de penetración. (1) Portas superficiales (Ps). (2) Portas profundas (Pp) con asas de NOWAKOWSKY. (3) Portas de interconexión. (LI) Zona de lóbulo intermedio. (Bas) Frontera basófila. (Qu) quiasma.

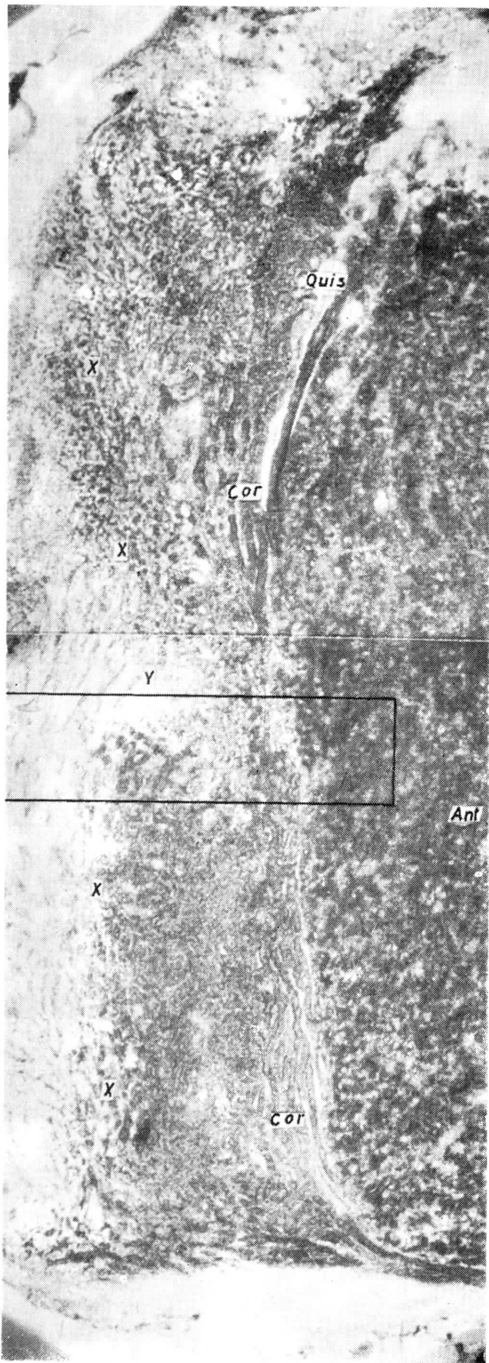


FIG. 177 (representada a 32 x). — Superficie de contacto a nivel del cuerpo ganglionar en su corte parasagital. Véase a partir de la zona media unos cordones (Cor) ascendentes y descendentes, e invasiones basófilas, en oscuro, dentro del lóbulo posterior, en dos conglomerados, uno superior y otro inferior; ambos avanzan hacia atrás (X) circunscribiendo un área neurohipofisaria (Y) sin células basófilas a nivel del lóbulo intermedio.

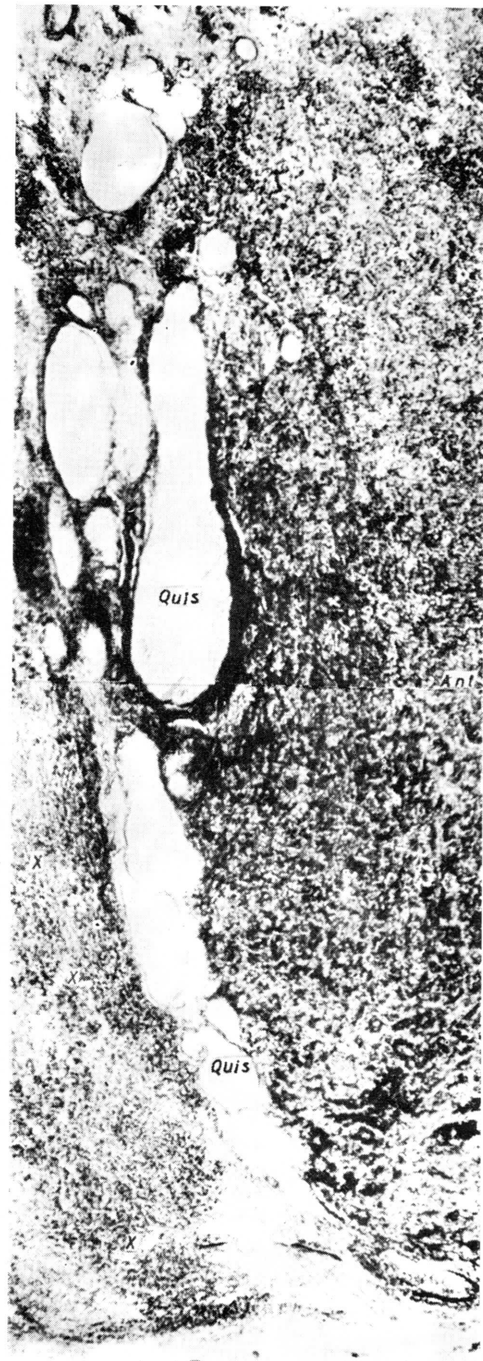


FIG. 178 (32 x). — Superficie de contacto en un corte sagital medio. Véanse los quistes (Quis) del lóbulo intermedio en gran abundancia. No se aprecian manifiestas emigraciones basófilas, pero algunas han llegado a esta zona media cruzando la superficie de contacto marginalmente.

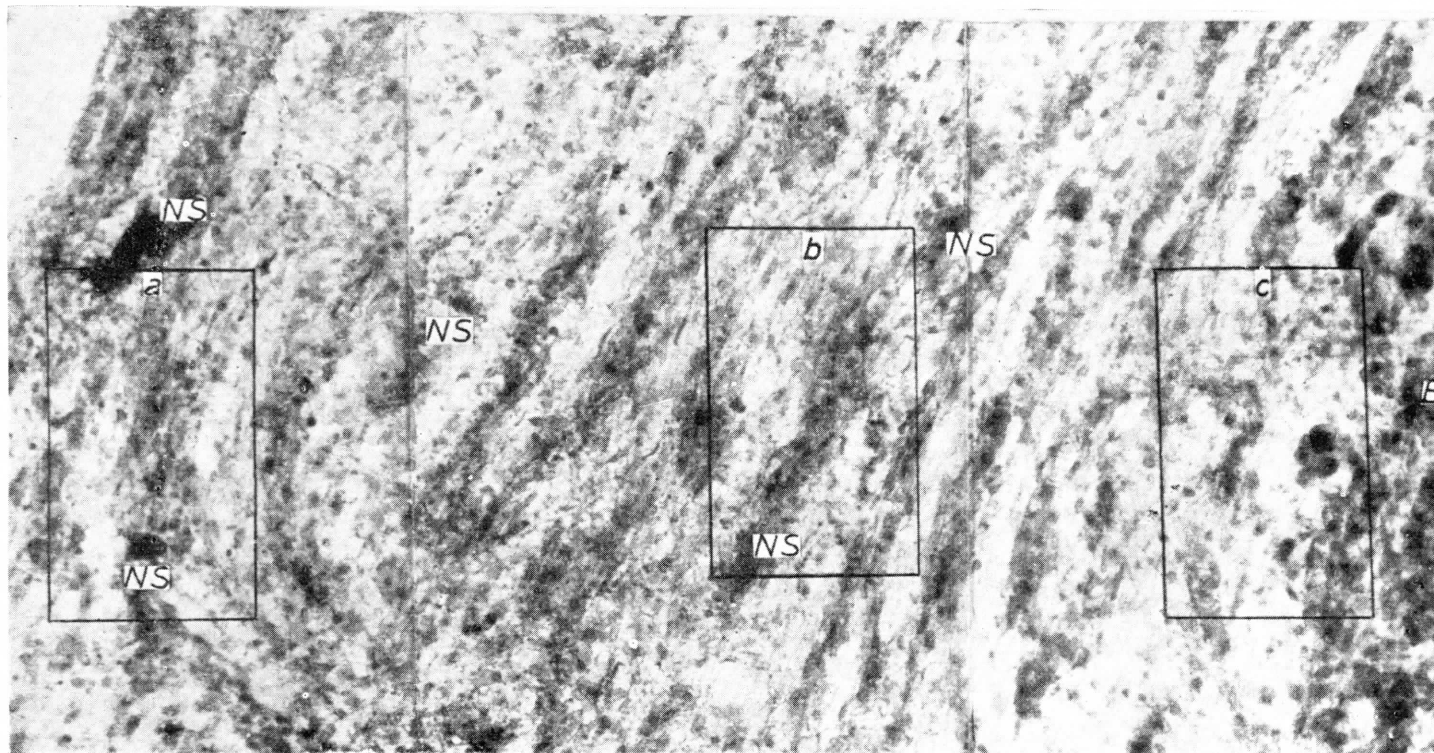
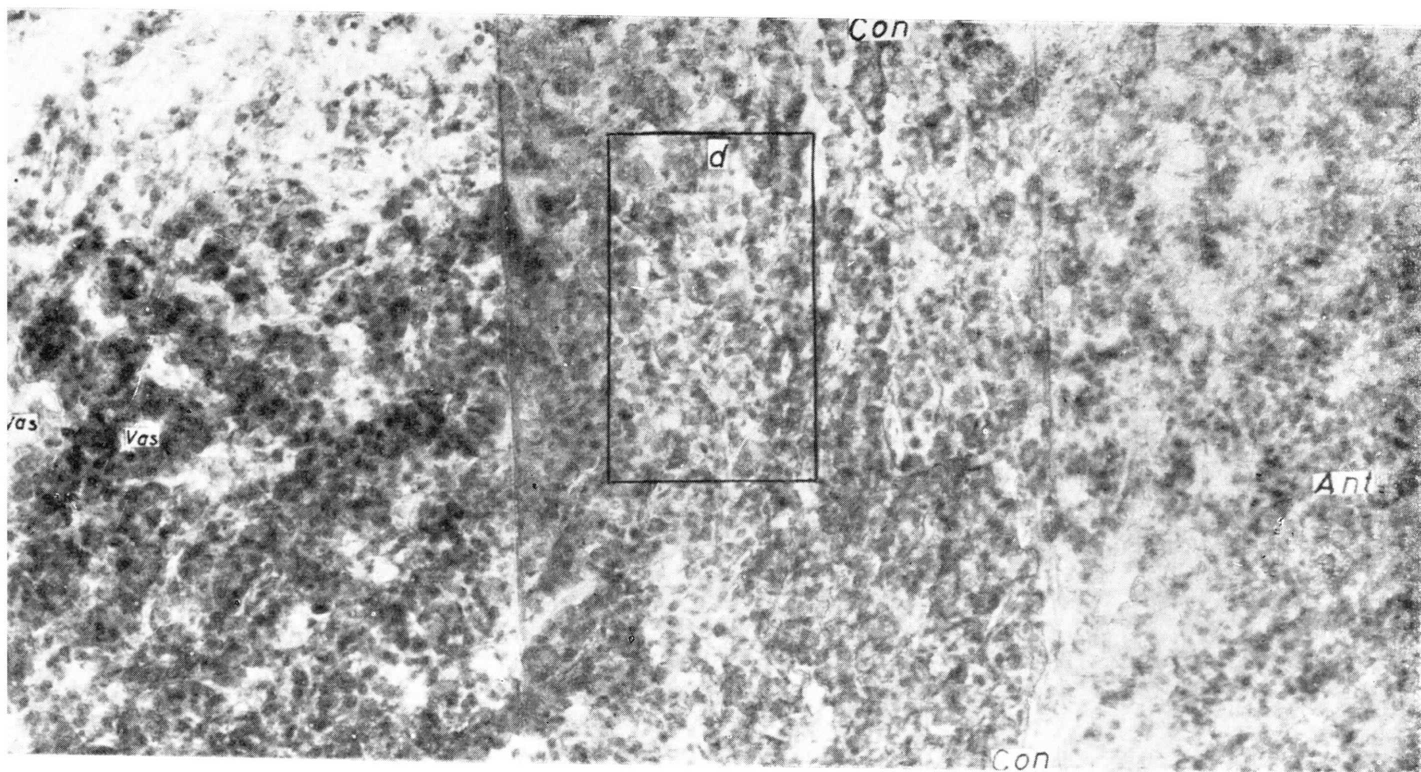


FIG. 179 (200 x). — Corresponde al recuadro alargado de la figura 177. (Ant) lóbulo anterior. (Con) superficie de contacto. (Bas) células basófilas en el seno del lóbulo posterior formando cordones. (NS) nerosecreciones. (Vas) vasos sanguíneos.



Con
d
Vas
Vas
Ant
Con

ducto indicado en el capítulo anterior, así:

$$TSH \times Tir = Vp$$

Por ello, ahora podemos comprender que cuanto más vasopresina haya, deberá depositarse más tiroxina. Además, como sabemos que cuanto más tiroxina haya es más factible el estado emocional, y como cuanto más estado emocional más se estimula la producción de vasopresina, podemos explicarnos por la relación indicada la llamada autointoxicación tiroidea progresiva, en la que una vez desarrollada, es muy difícil de romper[1].

En la alarma química notemos que la adiuretina formada en la neurohipófisis tiene que influir en la producción de más ACTH merced al porta en asa (2) que lo interrelaciona.[2] Lo mismo podemos decir en la alarma gonadal, que por exceso de luteína responde en la neurohipófisis con oxitocina y a la vez mediante el porta en asa ha-

[1] Sobre la alarma a frígore y emocional véanse los trabajos de KRACHT (1953) estudiando las neurosecreciones y las transformaciones progresivo-regresivas del substrato tiroideo en la liebre.

[2] Sobre la alarma bioquímica consultar SELYE (1948), que la introduce en su concepto clásico de stress. TONUTTI (1953) es el primero que demuestra las transformaciones progresivorregresivas del substrato suprarrenal en la alarma bioquímica. ORTMANN (1951) demuestra la disminución de la neuronosecreción en la sed. LÓPEZ ALANIS (1956) demuestra la disminución de la neuronosecreción en la intoxicación diftérica.

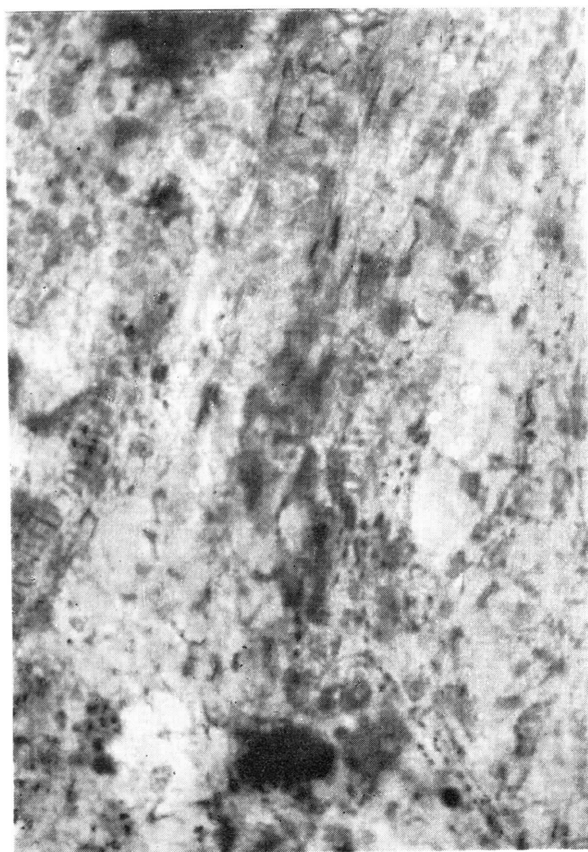


FIG. 180 (500 x). — Recuadro «a» de la figura 179, correspondiendo a una zona de lóbulo posterior muy alejada de la superficie de contacto. Pueden verse formaciones gotulares alineadas y muy abundantes de neuronosecreción (NS). No hay células basófilas.

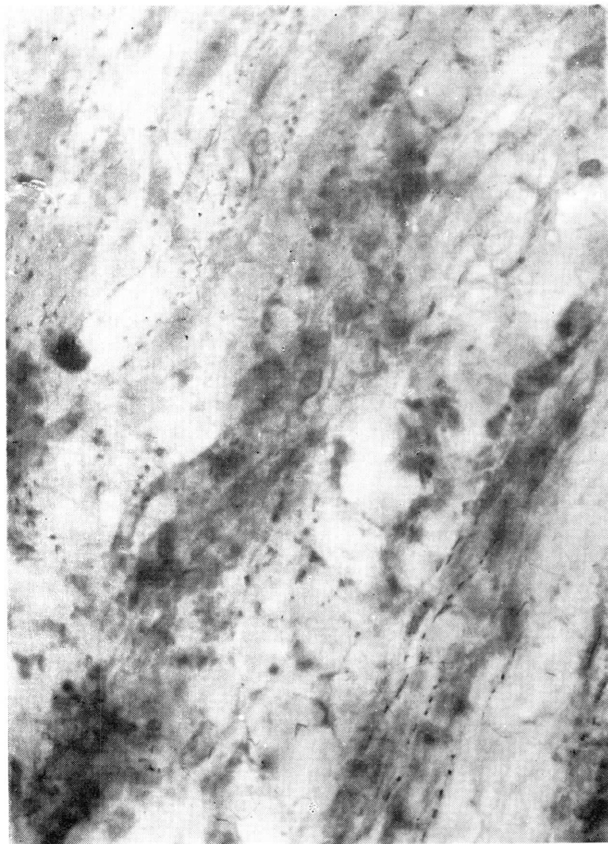


FIG. 181 (500 x). — Recuadro «b» de la figura 179. Neuronosecreción (NS) en gotas más finas y menos abundantes. No hay células basófilas.

cia la adenohipófisis, con hormona gonadotrófica foliculinizante que en seguida estimulará la producción de foliculina[3].

La interrelación adenoneurohipofisaria a través de la SUPERFICIE DE CONTACTO, no sólo se realiza por vía sanguínea con los portas hipofisarios centrales (2) y otros portas más profundos aún (3), pues a todo ello se suma el estímulo alarminceptivo en las asas capilares, produciendo corriente nerviosa sensible, como hemos estudiado[4]. Existe además una emigración del tejido adenohipofisario hacia la neurohipófisis, siempre que las circunstancias de alarma

[3] Sobre la alarma gonadal debemos, ante todo, de citar los trabajos de BOTELLA (1956), resumidos en su tratado, así como las transformaciones regresivas genitales en lesiones hipotalámicas experimentales (SPATZ y col., 1952). Igualmente, a este propósito, debe de citarse el sello especial que adquiere la regeneración hipofisaria de un infarto experimental en el caso de castración (ESCOLAR y SMITH-AGREDA, 1957), y en el caso de influencia por hormonas gonadales (CARRASCOSA, 1958).

[4] Respecto a los sistemas porta, puede consultarse a POPA (1930, 1933) a propósito de las redes porta superficiales. En cuanto a las horquillas porta: NOWAKOWSKY (1951), y a este propósito, debe de recordarse que TELLO (1912) estudió terminaciones en dichas horquillas que son las que hoy se consideran como quimioceptivas (DIEPEN, 1962). En cuanto al sistema porta del segundo tipo, o sea, el sistema porta hipofisario central, conviene tener en cuenta los trabajos de DANIEL (1956), que lesionándolos en sus comienzos, obtuvo infarto de la zona exacta de distribución de dichos portas. Ello le determinó a SMITH-AGREDA, V., a realizar sus estudios reconstructivos de vascularización porta inyectando a la tinta china (1963-1964), demostrando tres tramos escalonados.

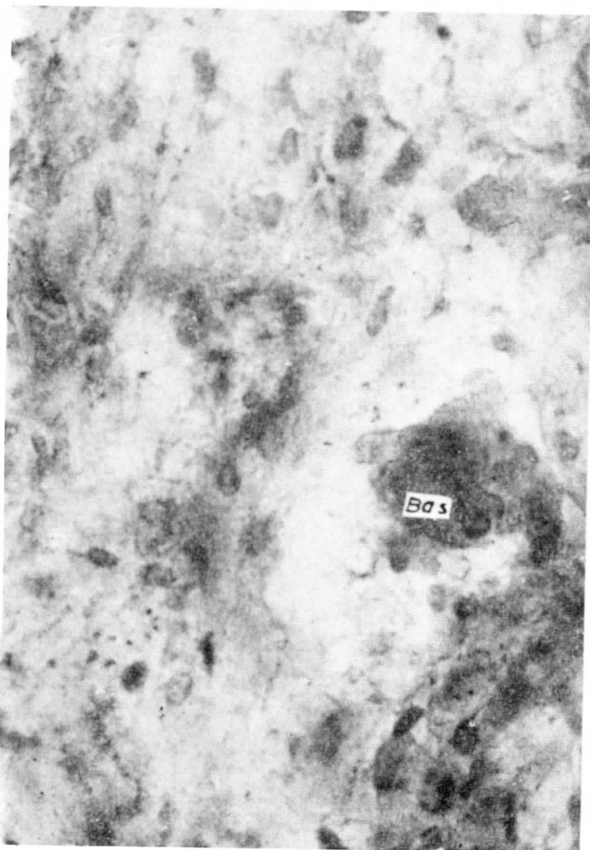


FIG. 182 (500 x). — Recuadro «c» de la figura 179. Menos neuronosecreción y nos hallamos con las primeras emigraciones de células basófilas (Bas).

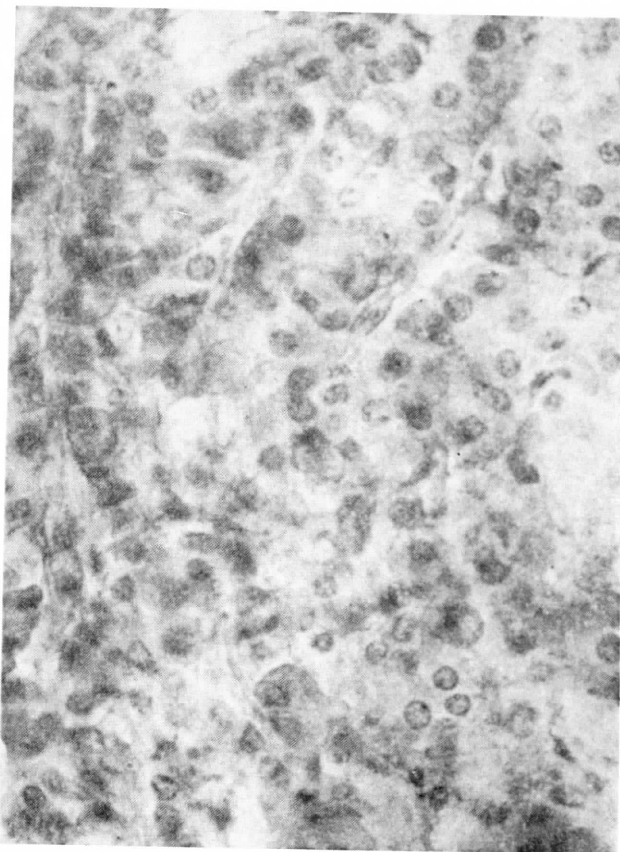


FIG. 183 (500 x). — Recuadro «d» de la figura 179. Células que inician la emigración con la basofilia, menos intensa que el islote reseñado en la topografía anterior.



Fig. 184 (8 x). — Sistemas porta hipofisarios. (1) Porta superficial de Popa. (2) Asas cortas de Spatz y Nowakowsky. (3) Portas profundos de Smith-Agreda, V. (4) Ramas de la arteria hipofisaria inferior. (Pp) Ramos de la porta profunda. (Ps) Ramos de porta superficial.

rebasen un límite tal que agote la neuronosecreción. Tal es el caso de la sed, notándose antes de la muerte que hay un agotamiento de la neuronosecreción y una emigración paralela hacia la neurohipófisis desde el tejido adenoneurohipofisario de la superficie de contacto (fig. 179), que se hace cada vez más basófilo y que arrastra detrás de su emigración a ramillas neoformadas (no portales) de una arteria hipofisaria ascendente (Ar As) (fig. 174). Estas emigraciones basófilas se dirigen a aprovechar los restos de neuronosecreción que pueden encontrar [5].

[5] La superficie de contacto adenoneurohipofisaria descrita por Spatz en el gato (1949-1951), y en el hombre por Romeis (1940-1951), nos sirve de referencia como punto de partida de transformaciones a base de emigraciones de tejido matriz hacia el espesor de la adenohipófisis (Romeis, 1940) y hacia el espesor de la neurohipófisis Romeis (1951), Mestres (1965), Smith-Agreda, V. (1957) de-

Todos estos procesos hormonales alarmígenos correlacionados, del lóbulo anterior y del lóbulo posterior, lo mismo que las hormonas estables del lóbulo anterior, se producen dentro de una relación unitaria. Además, el exceso de producción de alguna de estas hormonas obliga a la disminución de otras, por muchas razones: la Anatomía aporta a este propósito el hecho de que la hipófisis no se puede distender normalmente por estar encerrada en su celda o silla turca, a base de paredes óseas y revestimientos periósticos por los lados y sobre todo por arriba que constituyen la llamada tienda de la hipófisis, en cuyo espesor se encuentra un seno venoso coronario que recoge el drenaje venoso de la glándula. En este encajamiento, la hipófisis sólo puede conseguir la hipertrofia y congestión de una zona funcionante a expensas de la reducción de otra, pues tiene que conservar el mismo volumen global.



FIG. 185 (10 x). — Obsérvese la arteria hipofisaria ascendente (Ar As) inyectada. Nótese cómo se distribuyen las ramificaciones hacia el lóbulo posterior y también cómo este riego se agrupa perilobulillarmente.

INTRODUCCIÓN A LA PATOLOGÍA DE LA HIPÓFISIS

Sobre las bases conocidas, debe puntualizarse que las hormonas del lóbulo anterior y las neurosecreciones del lóbulo posterior, ofrecen cierta interrelación permitiendo algunas agrupaciones funcionales:

A) Las hormonas segregadas por la parte acidófila adenohipofisaria apenas resultan relacionables con las neurosecreciones; así: la hormona STH dirige el crecimiento (actuando en las matrices óseas metafisarias y en el periostio), así como en el mesénquima general (en este caso, indirectamente, mediante la hormona tímica y la epifisaria); la hormona luteotrófica, como etapa final del crecimiento, establece el luteotrofismo sexual. Por todo lo dicho se explica que: la hiperproliferación acidófila de la hipófisis en estado infantil determina el gigantismo, o crecimiento en longitud; en el adulto en cambio, determina la acromegalia, o crecimiento de las esquinas. Por el contrario, la atrofia acidófila lleva enanismo hipofisario (no confundir con el enanismo epifisario, que no impide la maduración sexual).

B) Las hormonas segregadas por la parte basófila ofrecen, en cambio, gran relación con las neurosecreciones:

1.º Está la TSH que regula la secreción de tiroxina, cuyo estímulo sobre las oxidaciones (aumentando la actividad y el metabolismo) es fundamental. La tasa de TSH está condicionada a la producción de vasopresina, neurosecreción motivada por el efecto emo-

muestran la actividad de las neurosecreciones en la superficie de contacto. SARRAT (1966) demuestra la relación de estas emigraciones avanzando en el seno de la neurohipófisis, con la neuronosecreción durante la sed. MESTRES (1965) añade a este proceso la neoformación de la arteria hipofisaria ascendente satélite de las emigraciones indicadas.

cional o por el estado de frío. En el hipertiroidismo se dan las emociones (productoras de la vasopresina), lo que a su vez sube la tasa de tiroxina, que por su parte estimula las emociones, todo lo cual cierra un círculo vicioso de autointoxicación tiroidea.

2.º Está el ACTH que produce hipertrofia fascicular córticoadrenal, con la consiguiente hiperproducción de glucocorticoide (neoglucogénico). La producción de ACTH es desencadenada por proteínas circulantes en desintegración, con efectos tóxicos (causa traumática o toxiinfecciosa). Así, el glucocorticoide producido estimula la neoglucogénesis en esos restos proteínicos tóxicos. También conduce a la neoglucogénesis en las grasas, pero en este caso, la hormona segregada (siempre basófila) emigra al lóbulo posterior para relacionarse con la neurosecreción recién producida, resultando así un ACTH un tanto reforzado. También se relaciona con la adiuretina, disminuyendo la diuresis, lo que encharca al organismo con el fin de diluir el resto proteínico tóxico.

3.º Está la FSH que produce estímulo foliculínico, que a su vez, se relaciona con la neurosecreción de oxitocina, la que es contraria a la acción luteotrófica de la parte acidófila.

La hiperproducción basófila conduce a un estímulo de las hormonas y funciones indicadas en un cuadro en que domina el hiperadrenalismo (Cushing).

La atrofia basófila resulta a la par, de la atrofia de toda la capa germinal (neutrófila) de la matriz adeno-hipofisaria, lo que lleva a una supresión y agotamiento funcional de toda la glándula, que acaba en la llamada caquexia hipofisaria (Simmons).

La destrucción de la neurohipófisis conduce a la diabetes insípida y a la llamada distrofia adiposa (Froelich), por falta de glucogénesis sobre las grasas. El estímulo del Túber, donde están los ganglios que conducen los informes gonadales, lleva al hipergenitalismo.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Hipófisis. ADENOHIPÓFISIS. *Lóbulo intermedio. Lóbulo anterior. Zona en casquete.* Parte infundibular adenohipofisaria. Zona acidófila. Hormona somatotrófica. Hormona gonadotrófica luteinizante. Hormonas alarmígenas hipofisarias. ACTH. Hormona tiroestimulante. Hormona foliculinestimulante. Portas hipofisarios. Portas superficiales. Portas centrales. Superficie de contacto adenoneurohipofisaria.

CAPÍTULO 37

EPITÁLAMO, EPÍFISIS Y ÓRGANOS CIRCUNVENTRICULARES DIENCEFÁLICOS ANEXOS: SU ORGANIZACIÓN COMO SUBSTRATO REGULADOR DEL METABOLISMO BASAL

Para regular el metabolismo se necesita el informe del estado humoral, que es una sensibilidad captada en muy diversas circunstancias: no solamente en cuanto a la existencia de substancias alarmígenas, sino en cuanto a la simple variación de las constantes sanguíneas clásicas que rigen el metabolismo basal. Esta variación de constantes basales se capta a nivel de la *lámina tectoria* (figs. 186 y 187) del ventrículo diencefálico, donde existen *plexos coroideos* (Cor) abundantísimos [1], también capaces de segregar el líquido cefalorraquídeo en el tercer ventrículo, al igual que ocurría con los plexos coroideos del cuarto ventrículo. El estado de las constantes sanguíneas de los plexos coroideos es captado por un sistema sensible a base de los llamados GANGLIOS DE LA HABÉNULA (Hab), que por su alta situación constituyen la zona llamada epitálamo y transmiten la corriente sensible producida por la variación de las constantes sanguíneas basales, hacia la zona donde se originaron y de donde emigraron embriológicamente estos ganglios, lo que corresponde precisamente al nivel del surco limitante. Así, la habénula se relaciona con el núcleo paraventricular (Pv H) y el núcleo supraóptico (SO), a los que envía su corriente nerviosa que establece un reflejo neuronosecretor en la neurohipófisis transformable en vasopresina. La vasopresina hemos visto en capítulos precedentes que es capaz de elevar la tasa hormonal tiroestimulante y, en último término, la tasa de tiroxina en sangre que aumenta el metabolismo basal.

Los plexos coroideos ocupan todo el techo del ventrículo diencefálico de delante atrás, pudiendo verlos extendidos desde el orificio de comunicación telencefálica del tercer ventrículo o foramen de Monro (F Mon) hasta el mesencéfalo. La habénula (Hab) es un ganglio bastante alargado de delante atrás, pero su mayor volumen es posterior, debiendo de advertir que las fibras sensibles que proceden de la zona coroidea se reúnen en una especie de tenia *coroideo-habenular* (Ten), conduciendo allí la corriente sensible para después continuar su trayecto mediante el *haz habenulodiencefálico* en forma de lámina medular (L Med) hasta los núcleos s u p r a ó p t i c o s (So) y paraventricular (Pv H), ya reseñados. De la misma habénula deriva también el *haz habenulointerpeduncular* (Hab Int P) (fig. 186) para influir sobre la substancia reticular romboencefálica y, por lo tanto sobre la función

---

[1] La relación de las constantes sanguíneas y la barrera hematoencefálica de los órganos circunventriculares: WISLOCKY (1952).

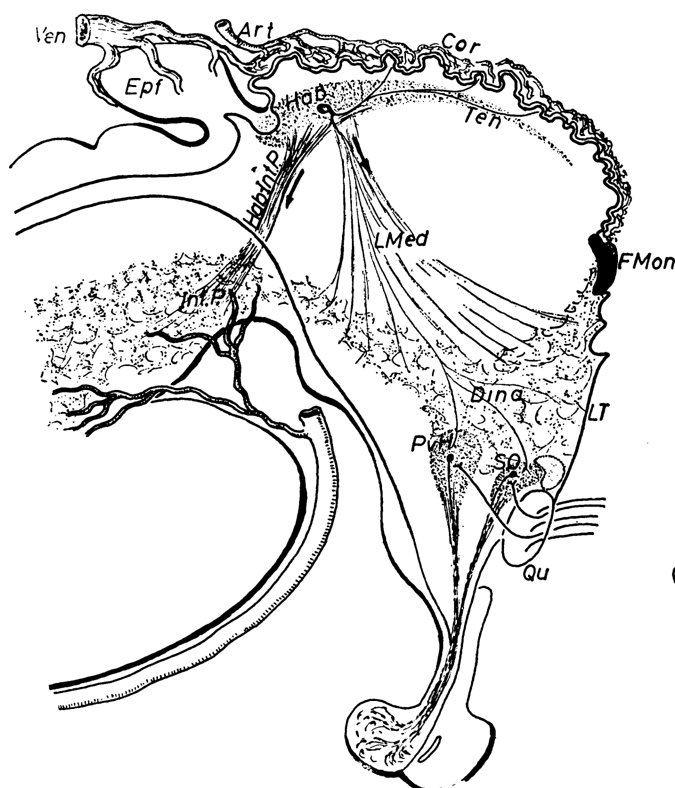


FIG. 186

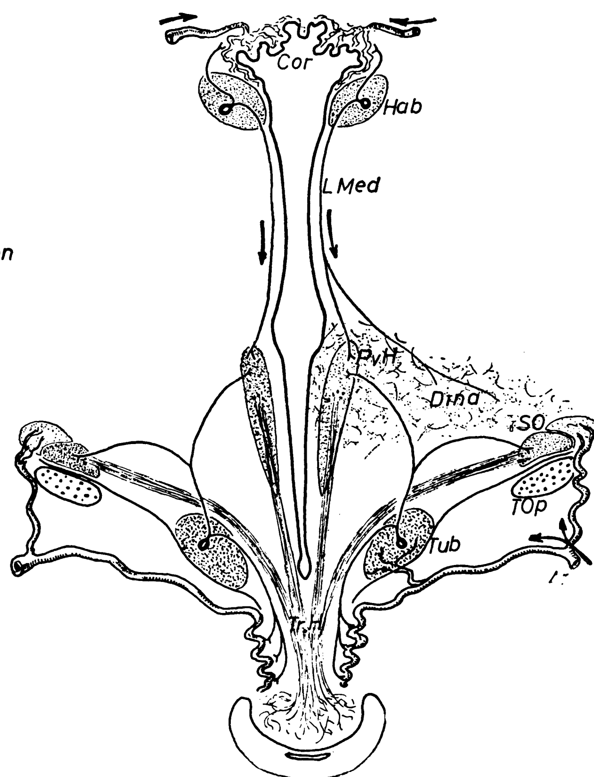


FIG. 187

FIGS. 186 y 187. — Mostrando el epitálamo en relación con el subtálamo e hipotálamo en sección sagital y frontal respectivamente.

respiratoria y las acciones facilitadoras que de aquí pudieran derivarse [2].

Las constantes sanguíneas que influyen en el metabolismo basal son líneas de nivel relacionadas con la ingestión alimenticia, a saber: nivel de glucemia y nivel de aminoacidemia, principalmente.

El nivel glucémico en ayunas es una horizontal normalmente constante, de un gramo por mil aproximadamente. Después de la ingestión alimenticia, la línea asciende hacia una parte culminante, por absorción de los azúcares, pero en seguida desciende al ponerse en juego el mecanismo regulador insulínico, que aunque es eficaz, resulta grosero y motiva un descenso, que contrapasa el nivel normal, lo que determina a su vez el mecanismo regulador opuesto de tipo glucogénico que lleva a una oscilación contraria hasta que se acaba estabilizando.

El nivel aminoacidémico en ayunas debe de ser cero prácticamente; pero tras la ingestión alimenticia viene la absorción y el ascenso, manteniéndose en este elevado nivel durante algunas horas hasta que los aminoácidos circulantes son destinados en el organismo. Pues bien, cuando la curva glucémica es dominante o dentro de este dominio ejerce oscilaciones, entonces el estímulo habenular es eficiente; en cambio, cuando la aminoacidemia rebasa y enmascara la curva glucémica, entonces el estímulo habenular se detiene coincidiendo con un estado de plenitud alimenticia del individuo.

Debemos de considerar también la cons-

[2] Sobre el desarrollo de los haces eferentes de la habénula: SMITH-AGREDA, J. (1961). Sobre la regulación térmica en epitálamo y subtálamo: CLARK (1939).

tante térmica correspondiente a los 37°, por debajo de cuyo nivel (expresado en un enfriamiento del plasma sanguíneo), se establece estímulo en los plexos coroideos y, por lo tanto, corriente habenular hacia los núcleos supraóptico y paraventricular, para que aumente la neuronosecreción y, en último término, el metabolismo energético. Este estímulo se hace patente cuando se lesionan los plexos coroideos, entrando en la hipertermia mortal (en casos clínicos de hemorragia ventricular, por ejemplo). Este estímulo se va haciendo cada vez mayor si se enfría el sujeto progresivamente; hacia los 34° aproximadamente, la reacción va disminuyendo progresivamente y por debajo de los 30° ya no hay reacción ostensible, con lo cual el individuo entra en el proceso conocido como hibernación. La hibernación se motiva, pues, por una detención del metabolismo energético, que queda por debajo del basal y de las circunstancias vitales naturales; también motiva una detención, no solamente de todo mecanismo de facilitación, sino de movimientos respiratorios; funciones todas, que ya no serían necesarias, puesto que los tejidos hibernados entran en un estado latente, sin necesidades metabólicas. El estado de hibernación se provoca experimentalmente, más que como anestesia, como medio para detener la actividad del corazón sin exigencias, por ejemplo, y así poder actuar en esta víscera abierta. La aplicación clínica de este hecho experimental está todavía en fases experimentales. El estado de hibernación es natural en ciertos animales, pudiendo quedar así durante largo tiempo por efecto del frío o tras una digestión copiosa. Entre estos animales capaces de entrar en el estado de hibernación, están aquellos reptiles y anfibios que pueden hacerlo gracias al informe que del medio ambiente reciben los plexos coroideos del tercer ventrículo, los cuales se han apelotonado y reunido en el llamado *órgano pineal* que asoma en la superficie de la cabeza.

Otra constante a considerar es la presión osmótica, capaz de ser captada por los órganos sensibles osmorreguladores que recogen la variación osmótica de los capilares arteriales que llegan allí y se ponen en contacto con los núcleos supraópticos (So) para que éstos segreguen neuronosecreción y, en concreto, adiuretina cuando sea necesario. Notemos, en fin, que estos mismos núcleos supraópticos son estimulados también por las vías ópticas (T Op) que pasan por debajo de ellos. De esta manera, por estímulo de la luz, el metabolismo debe de elevarse y, en cambio, descender en la oscuridad.

Notemos que las corrientes originadas por la variación de las constantes que indicamos confluyen hacia el nivel de la cresta limitante, donde precisamente se ha originado una substancia reticular capaz de multiplicar la corriente que llega. Es la llamada *substancia dinamógena* (Dina) (de Hess), que constituye un manifiesto centro de metabolismo basal que puede elevarse por encima del mismo o puede reducirse por debajo del nivel basal hacia un estado de agotamiento o de sueño, lo que a su vez descendería el nivel funcional de la substancia reticular romboencefálica y actuaría sobre el centro de sinergia ocular del agotamiento ya conocido.

En la parte más alta del epitálamo, una diferenciación especial de los centros coroideos junto a la habénula, forma en los mamíferos LA EPÍFISIS (Epf), parecida al órgano pineal de los reptiles. La epífisis contribuye, por su hormona epifisaria, a estimular la hormona tímica y en consecuencia el crecimiento del mesénquima. Cuando en la hipófisis empieza a declinar la secreción de la hormona somatotrófica, apareciendo en consecuencia las primeras emisiones de la gonadotrófica luteinizante, entonces la epífisis ha llegado a la atrofia y, en consecuencia, cesa el crecimiento del mesénquima y también del individuo. La atrofia de la epífisis disminuye el margen de sensibilidad de la habénula para las constantes sanguíneas. Por eso, un niño ofrece más margen de sensibilidad y, por lo tanto, de reacción para estas constantes, que un adulto.

INTRODUCCIÓN A LA PATOLOGÍA DEL EPITÁLAMO Y EPÍFISIS

Sobre las bases conocidas debe puntualizarse que el epitálamo toma informes humorales que influyen en el metabolismo, sobre todo, el energético y la regulación térmica:

A) Los termorreceptores de los plexos coroideos llevan informes a la habénula, que a su vez, los orienta:

1.° Hacia el hipotálamo estimulando los núcleos supraóptico y paraventricular que desencadenarán la neurosecreción, transformable en vasopresina; lo cual a su vez, determinará la producción de TSF y, en consecuencia, la regulación de tiroxina en sangre (tiroxina que estimula las oxidaciones y por lo tanto la producción de calor). Por otra parte, la misma vasopresina establece vasoconstricción periférica que disminuye la pérdida calórica. Más efectivo que la vasopresina, es la serotonina, metabolizada en la misma habénula y liberada a la sangre para establecer una suave regulación del calibre capilar cutáneo, por vasoconstricción periférica (la serotonina es acarreada en las plaquetas. Por eso, la acción constrictora resulta más efectiva cuando la velocidad de la corriente sanguínea disminuye).

2.° Hacia el subtálamo, estimulando la zona dinamógena de Hess de naturaleza reticular.

3.° Hacia el mesencéfalo, por el haz habénulo-interpeduncular que llega al espacio perforado y a la formatio reticular intermedia, que regula el riego interalveolar, así como el riego del septum cardíaco y sobre todo, el riego encefálico. Los centros del riego encefálico considerados en el espacio perforado (Vera, 1973), reciben informes termorreceptores de los plexos coroideos epitalámicos y también de los preso y baroceptores del seno cavernoso; así se integrarán en esta área del espacio perforado enviando impulsos para regular el calibre arterial de la base encefálica.

B) Quimioceptores de los plexos coroideos epitalámicos recogen la variación de ciertas constantes humorales, en concreto de la existencia de glucocorticoides. Por eso, en estas circunstancias se estimulan los centros hipotalámicos que en último término liberan tiroxina (indirectamente), lo que ayudará a quemar el azúcar producido por neoglucogénesis. La variación directa del nivel glucémico debe captarse más bien por los plexos coroideos, hipocampo del allocortex, cuya descarga vendría del fornix hasta los tubérculos mamilares, desde donde se distribuiría por los niveles diencefálicos y en concreto, formación reticular del área dinamógena de Hess facilitando así todas los funciones con que se relaciona.

C) Los plexos coroideos epitalámicos captan también la existencia de STH que regula el crecimiento, estimulando además la producción de la hormona tímica. La existencia de LTH denota la madurez sexual. Y ello conduce a la atrofia epifisaria con la detención de las h. de crecimiento y en concreto de la hormona epifisaria. Tal es el mecanismo del enanismo epifisario (con normalidad sexual).

Epífisis y plexos coroideos ofrecen en animales inferiores un medio de captación del frío exterior, que alcanzando un cierto nivel, paralizan las funciones epitalámicas, rebajando el metabolismo hasta el estado de hibernación.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Epitálamo. EPÍFISIS. Substrato regulador del metabolismo basal. Plexos coroideos del tercer ventrículo. HABÉNULA. Tenia habenular. Tracto habénulo interpeduncular. Tracto habénulo talámico. Constantes sanguíneas del metabolismo basal.

CAPÍTULO 38

TÁLAMO: SU ORGANIZACIÓN PARA INTEGRAR SENSIBILIDADES MÚLTIPLES

Existen muchos tipos de sensibilidades y algunas de ellas proporcionan informes un tanto relacionados con el estado vital del sujeto. Los informes muy relacionados con dicho estado dan directamente cuenta del grado de vitalidad y de la integridad corporal; las no relacionadas con este estado, dan cuenta del medio ambiente que nos rodea, como son las sensibilidades de los sentidos.

En el diencéfalo se forma un voluminoso centro a partir de su matriz sensible, que recibe el nombre de TÁLAMO, donde se asocian las sensibilidades vitales que son intraceptivas con las sensibilidades sensoriales que son extraceptivas, estableciéndose una combinación sensible que sirve de base para lo que en terreno psicológico se conoce como afectividad.

Los dos tipos indicados de sensibilidad se integran en substratos talámicos contiguos, un tanto *confundidos* en su origen embrionario pero cada vez más diferenciados hacia el estado adulto.

En el diencéfalo distinguimos embriológicamente una matriz sensible situada por detrás del surco limitante[1]. En esta matriz sensible la parte que está más cerca del surco ha de tener más relación con los procesos neurovegetativos que la que está separada, la cual, por el contrario, ha de estar más relacionada con las sensibilidades de los sentidos. Esto es lo que viene ocurriendo a la matriz sensible o placa alar, a todo lo largo del tubo nervioso, cosa que aquí, en el diencéfalo, también se cumple. Desde las zonas indicadas de matriz diencefálica, las emigraciones se van produciendo, siendo las más cercanas al surco las que menos se extienden (flechas 1 y 2) (figura 188), mientras que las más alejadas al surco (flechas 3 y 4) lo hacen en torbellino rebasando y envolviendo a las primeras. Filogénicamente, cuanto más categoría alcanza la especie, más se acusa este envolvimiento en torbellino y más desarrollo alcanza la zona envolvente, sobre todo en su dorso (flecha 5). En resumen (síganse flechas fig. 188): El substrato que recibe la sensibilidad intraceptiva queda medial y ventral (flechas 1 y 2); el substrato de lo extraceptivo queda lateral y dorsal, envolviendo al anterior substrato ventralmente (flechas 3, 4 y 5).

De esta suerte, el tálamo ofrece en el adulto un *substrato de núcleos mediales y ventrales*, destinados a integrar sensibilidades intraceptivas, y un *substrato de núcleos laterales y dorsales* con abrazamiento ventral, destinados a integrar sensibilidades extraceptivas.

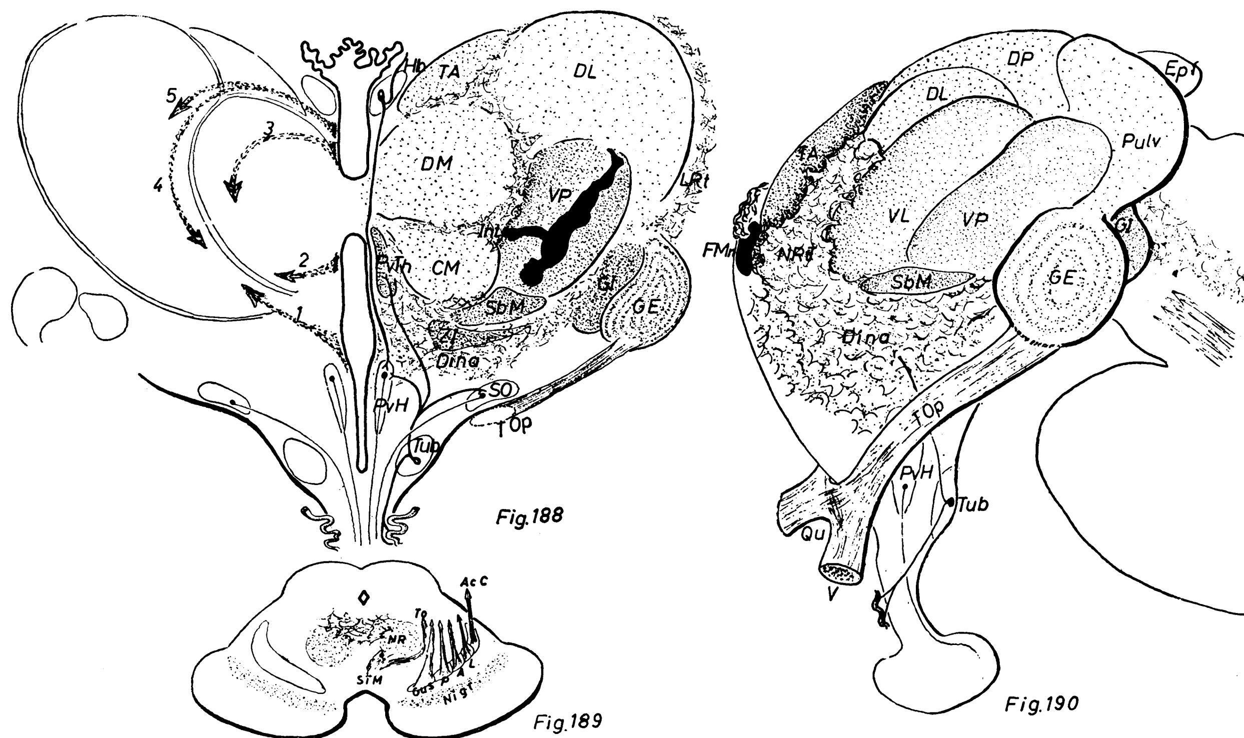
---

[1] Sobre embriología del tálamo: KAHLE (1956).

SUBSTRATO DE SENSIBILIDADES VITALES

Las sensibilidades vitales o intraceptivas, con arreglo a su carácter apremiante, conviene esquematizarlas en varios grupos: la primera sensibilidad a considerar es la del *estado respiratorio,* que, ante un alto nivel carbónico, ha de traducirse psicológicamente por la angustia respiratoria. Esta sensibilidad se capta en la misma *zona dinamógena* (Dina) (fig. 188) ya estudiada en lecciones anteriores, constituida por substancia reticular, continuación distante de la misma substancia reticular de los centros respiratorios del romboencéfalo. Precisamente podría considerarse en dicha zona dinamógena la llamada zona incerta, donde se recibe (ZI). Una segunda sensibilidad corresponde a la de la alarma (ya referida anteriormente como alarma tóxico-infecciosa y gonadal), sensibilidad recogida en las terminaciones de los núcleos sensibles del hipotálamo como el principal de Cajal y el del túber (Tub) (fig. 190), que derivan en parte a un núcleo formado de la matriz talámica llamado *paraventricular talámico* (Pv Th) (fig. 188); sensibilidad de alarma que se ha de equiparar a la sensación o conmoción de alarma del campo de la psicología. Una tercera sensibilidad vital corresponde a la *nociceptiva,* ya conocida, que asciende por la cinta de Reil, concretamente por el haz lateral (L) (fig. 189), y que va a perderse en otro núcleo talámico llamado *centro mediano* (CM) (fig. 188), también formado de la matriz sensible un poco más arriba del paraventricular; sensibilidad que ha de tener correspondencia con la sensación psicológica del dolor. Las tres sensibilidades vitales indicadas, referidas a la angustia respiratoria, a la conmoción de alarma y al dolor, vemos que corresponden respectivamente con tres zonas talámicas donde se reciben, localizadas en su parte medial y ventral [2].

[2] Sobre terminaciones en el núcleo centromediano: GLEES (1944). La mayor parte de estas terminaciones son consideradas como sensibilidad nociceptiva (PAPEZ, 1927; ESCOLAR, 1949). Sobre conexiones entre retina y c. geniculado lateral: RODRÍGUEZ (1967).



FIGS. 188, 189 y 190. — Mostrando el esquema del tálamo subdividido en núcleos, frontal y sagitalmente.

SUBSTRATO DE SENSIBILIDADES SENSORIALES

Las sensibilidades sensoriales o extraceptivas proceden fundamentalmente de tres sentidos y se van a recibir en masas nucleares del tálamo formadas por emigraciones profusas de la matriz, que crecen hacia fuera lateral y dorsalmente, así como hacia abajo abrazando ventralmente el ya conocido núcleo centromediano (CM). Se trata de *sensibilidades simples*: la sensibilidad visual, la acústica y la táctil. La sensibilidad visual (V) (fig. 190) se recoge en el llamado *núcleo geniculado externo* (GE), y a estos efectos, el núcleo se organiza en capas concéntricas de neuronas, de tal forma que las más exteriores son las más amplias y voluminosas, ocupándose de recibir la sensibilidad visual central, que es la más compleja, mientras que las capas más profundas son las más reducidas y se ocuparán de la visión periférica, esto es: adoptando una disposición contraria a la que ofrece la retina humana. La sensibilidad acústica se recoge en el llamado *núcleo geniculado interno* (GI), organizado para recibir las fibras acústicas del haz acústico central (Ac C) (figura 189) que ascienden por la cinta de Reil; fibras acústicas que mantienen una situación topográfica en relación con los tonos acústicos (capítulo 24). La sensibilidad táctil se dispone en el llamado *núcleo ventral posterior* (VP) para la sensibilidad discriminativa y en la parte más externa del ya mencionado núcleo centromediano (CM) para la sensibilidad grosera, junto a la nociceptiva base del dolor. La sensibilidad táctil discriminativa se topografía con arreglo al diagrama de un hombre invertido cuya cabeza, por lo tanto, es inferior, mientras que la pierna es superior (VP) (fig. 188); y por lo que se refiere a la sensibilidad grosera en el núcleo centromediano (CM), tendríamos una distribución topográfica análoga, si bien más imprecisa.

Además de las sensibilidades visual, acústica y táctil discriminativa, que componen tres sensibilidades exclusivamente extraceptivas, tenemos sensibilidades correspondientes al sentido gustativo y olfativo, que, si bien son extraceptivas, forman límite con lo intraceptivo, al corresponder a los alimentos ingeribles y asimilables en nuestros humores. A este propósito, la sensibilidad gustativa (Gus), juntamente con la nausígena y la tusígena, que ascendían reunidas por la cinta de Reil (fig. 189), van a un núcleo de situación intermedia o *núcleo submedio* (Sb M), entre el núcleo centromediano y la parte que topografía la sensibilidad de la cabeza en el núcleo ventral posterior. Una cosa parecida podríamos decir del núcleo olfativo, que está muy por delante del gustativo indicado y que forma el llamado *núcleo talámico anterior* (TA) (fig. 190), que recibe la sensibilidad olfativa desde el rinencéfalo.

La sensibilidad del tono muscular (To) (fig. 189) también se recoge en el tálamo, pero ha de ser servida como informe postural desde el cerebelo, aprovechando una derivación de aquel haz dentoemboliforme espinal, del cual había ramitas que llegaban al núcleo rojo, pudiendo indicar ahora que algunas de éstas lo sobrepasan y alcanzan al llamado *núcleo ventral lateral* (VL) (figura 190), situado inmediatamente delante del ventral posterior, núcleo que recibe esta sensibilidad muscular de postura con arreglo al mismo diagrama topográfico que hablábamos para el ventral posterior.

Las s e n s i b i l i d a d e s que hemos indicado, fundamentalmente las extraceptivas o sensoriales, deben de ASOCIARSE con las intraceptivas o vitales para integrar una s e n s i b i l i d a d vital-sensorial conjunta. Esta asociación es escalonada: primero se asocian las extraceptivas entre sí, cosa lógica desde el momento en que esta asociación se realiza de una forma natural habitualmente, ya que toda sensibilidad visual se suele recibir a la vez que una acústica y que una táctil, si bien hay un dominio de una de ellas en cada momento. Este primer escalón asociativo se realiza en los llamados núcleos DORSALES, que son tres: el *pulvinar* (Pul), que asocia las tres sensibilidades, con dominio de la visual. El *dorsal posterior*

(DP), que asocia las tres sensibilidades con dominio de la auditiva; y el dorsal lateral (DL) en el que también se combinan las tres sensibilidades pero con predominio táctil. Obtenida la sensibilidad asociativa sensorial, es finalmente asociada con las sensibilidades vitales que simultáneamente se hayan producido. A este fin tenemos el llamado *núcleo dorsomedial* (DM), donde lo vital o intraceptivo se asocia con lo sensorial o extraceptivo, formando una combinación vital-sensorial, base de la llamada afectividad en el terreno psicológico. Sólo queda añadir que, entre lo vital, lo más acusado es el estado respiratorio, cuyo agobio corresponde a un nivel carbónico elevado que produce un aumento de potencial en la zona dinamógena hasta tal nivel, que se reparte por todos los núcleos talámicos mencionados facilitándolos en su función. La repartición de la substancia reticular por el tálamo se realiza intersticialmente por los tabiques de separación de los núcleos y superficialmente formando una lámina reticular envolvente del tálamo (LRt). La *substancia reticular intersticial* y la *laminar* indicadas se reúnen en la parte anterior y ventral del tálamo, constituyendo el llamado núcleo reticular (NRt) o núcleo ventral anterior. Todo ello, dispuesto a facilitar y reforzar las sensibilidades combinadas, así como a prolongar su período de actividad en relación con la afectividad que representan [3].

Las áreas que reciben estas sensibilidades o informes (vitales y sensoriales) maduran en el orden cronológico que van siendo utilizadas por el individuo. Así, en el mismo nacimiento, han madurado la mayor parte de los núcleos pertenecientes al grupo medial (sensibilidades vitales). Poco después acontece la maduración de los núcleos sensoriales ventrales (que son los que reciben el informe en su más simple expresión). Más adelante maduran los núcleos sensoriales dorsales capaces de integrar informes polisensoriales, tanto más complejos cuanto más elevada es la especie de que se trata.

A estos propósitos SMITH-AGREDA, J.M., desde 1968 a 1972 utilizando el método de KLÜWER-BARRERA, precisa la maduración neuronal de diversas áreas talámicas, en grados de fácil comparación dentro de un mismo panorama microscópico.

[3] Sobre la organización del tálamo para recibir sensibilidades extraceptivas, ver: CLARK (1932), WALKER (1938, 1939 y 1941), HASSLER (1959). Sobre su organización en desarrollo (FERNÁNDEZ-ORTEGA, 1968, 1969).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

TÁLAMO = Substrato integrador de sensibilidades múltiples. *Tálamo medial* y substrato integrador de sensibilidades vitales. Núcleo centromediano. Núcleo paraventricular. Zona incerta. *Tálamo lateral* o substrato integrador de sensibilidades sensoriales. Núcleos ventrales. Núcleos geniculados. Núcleos dorsales. Substrato integrador de sensibilidades múltiples = Núcleo dorsomedial.

CAPÍTULO 39

SUBTÁLAMO = SUBSTRATO REGULADOR DE IMPULSOS GENERALES DE CONSERVACIÓN O VITALES. SUBSTRATO INTEGRADOR DE IMPULSOS AFECTIVO-EMOCIONALES

El impulso de conservación expresa el instinto. Este impulso es motor y se integra en el SUBTÁLAMO gracias a los informes vitales que recibe.

Recordemos los informes vitales a base de: 1.º) La sensibilidad de alto nivel carbónico, relacionada con el proceso psíquico de angustia respiratoria y recogida en la llamada «zona incerta» (ZI) (fig. 191), que es una parte reticular nacida de matriz sensible diencefálica y compenetrada con la substancia dinamógena también reticular. 2.º) La sensibilidad alarmínica, recogida en el núcleo paraventricular talámico (PvTh). 3.º) La sensibilidad nociceptiva, base del dolor, reunida en el núcleo centromediano (CM), donde se recoge juntamente con la sensibilidad táctil grosera. Recordemos también las sensibilidades no vitales procedentes de los sentidos y recogidas en el núcleo geniculado externo (GE) para lo visual; el geniculado interno (GI), para lo auditivo; el ventral posterior (VP), para la sensibilidad profunda, y el ventral lateral (VL), para la postura. Estas sensibilidades, cuando se reciben simultáneamente, son combinadas en los llamados núcleos dorsales, que seguimos representando muy esquemáticamente, constituyendo el pulvinar (Pul), donde la combinación sensible tiene un dominio visual; el dorsal posterior (DP), donde la combinación sensorial tiene un dominio auditivo, y el dorsal lateral (DL), donde la combinación sensorial tiene un dominio táctil. Por último, las sensibilidades extraceptivas que indicamos se combinan con las vitales, adquiriendo así un matiz vital-sensorial o afectivo en el núcleo dorsomedial (DM).

El impulso motor se integra a expensas de estos informes sensibles, para lo cual se concentra subtalámicamente en varios grupos nucleares, derivados todos de la matriz basal del diencéfalo. Dichos grupos son la: *zona dinamógena* de Hess (Dina), ya mencionada en otras ocasiones, que se localiza cerca de su matriz de origen. El *pallidum* (Pll), núcleo que emigra lateralmente hasta tropezar con el telencéfalo (Tel). Por último, el *núcleo subtalámico* (NS), que emigra menos y queda bajo el tálamo, rodeado de infinidad de fibras que ha de lanzar el telencéfalo a lo largo de su desarrollo [1].

---

[1] Sobre la embriología del subtálamo, KAHLE (1956) relaciona la matriz y las emigraciones con el surco limitante. REINOSO (1954) precisa en su trabajo el desarrollo de la substancia reticular. DROGLEWER (1951) puntualiza los núcleos laminares que emigran desde la matriz subtalámica.

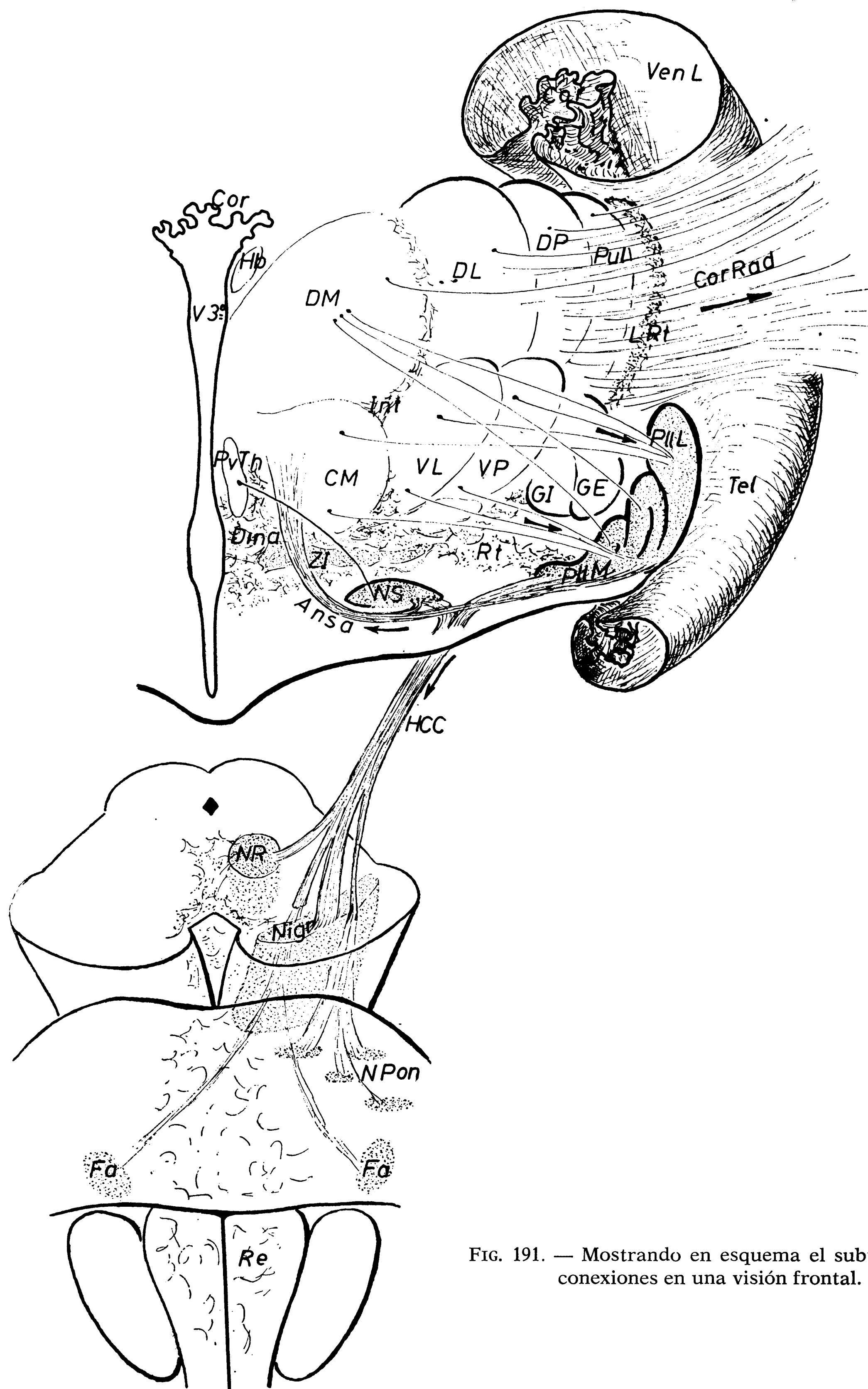


FIG. 191. — Mostrando en esquema el subtálamo y conexiones en una visión frontal.

El *pallidum* se va plegando contra el telencéfalo conforme va emigrando, estableciéndose así una serie de vueltas que integran un conjunto en forma de cuña. Las vueltas más mediales forman el pallidum medial (PllM). En el pallidum se elaboran impulsos de conservación, fundamentalmente frente a la sensibilidad nociceptiva y, por lo tanto, al dolor. A este fin, en el núcleo centromediano (CM) se van recogiendo las sensibilidades táctiles groseras topográficamente, a la par que las nociceptivas. Su topografía viene a ser parecida a la que corresponde a los núcleos, ventral posterior (VP), de sensibilidad profunda, y ventral lateral (VL), de sensibilidad postural; ciertamente que el núcleo centromediano referido establece una topografía poco precisa de esta sensibilidad dolorosa, pues dispone de un escaso espacio; sin embargo, desde aquí se proyectan las corrientes nerviosas hacia el pallidum, siendo las de las partes bajas las que van al pico del pallidum o pallidum medial (PllM), mientras que las de las partes más altas van a la base del mismo o pallidum lateral (PllM). Una cosa parecida puede decirse del núcleo de sensibilidad postural (VL), y en menor grado el de sensibilidad táctil profunda (VP). También envía conexiones al pallidum el núcleo dorsomedial (DM)[2]. De esta suerte, en el pallidum se topografían zonas topográficas de nuestro cuerpo, correspondiendo la cabeza al pico del pallidum y las extremidades inferiores a su base. Estas zonas son arranques de impulsos que se lanzarán por el llamado *haz central de la calota* (HCC) hacia centros extrapiramidales inferiormente situados, estableciendo así un impulso de actitud defensiva ante el dolor. Esta actitud defensiva se manifiesta en que la zona que ha de padecer la injuria desarrolla en un principio una especial facilidad para esquivarlo, lo cual está en relación con el hecho de que la substancia negra (Nigr) (que, como sabemos, facilita toda capacidad motora mediante su interrelación extrapiramidal), recibe conexiones del pallidum. La actitud de aprestamiento que entonces se acompaña, se achaca a la relación de la misma substancia negra con el tegmento y, en general, con los tubérculos cuadrigéminos (cap. 21). Por último, la actitud postural concreta que ante el agente doloroso adopta nuestro cuerpo mediante una «marcha de retroceso», una «actitud manual que rechaza», una «actitud de sacudida», en fin, que pretende desprenderse del agente doloroso, por ejemplo, hay que achacarlo al impulso de los núcleos del puente (NPon) (fig. 191), de los cuales algunos habían resultado dispuestos para ello en una experiencia de aprendizaje (sometida por tanto al conocimiento de un período ocurrido anteriormente y que conservan latente la huella de estos actos posturales) que ahora deben de ser facilitados por los impulsos pallidales que se lanzan por el haz central de la calota. Los impulsos pallidales que llegan a los núcleos pónticos, si no son en seguida ayudados por los que vengan del substrato de más

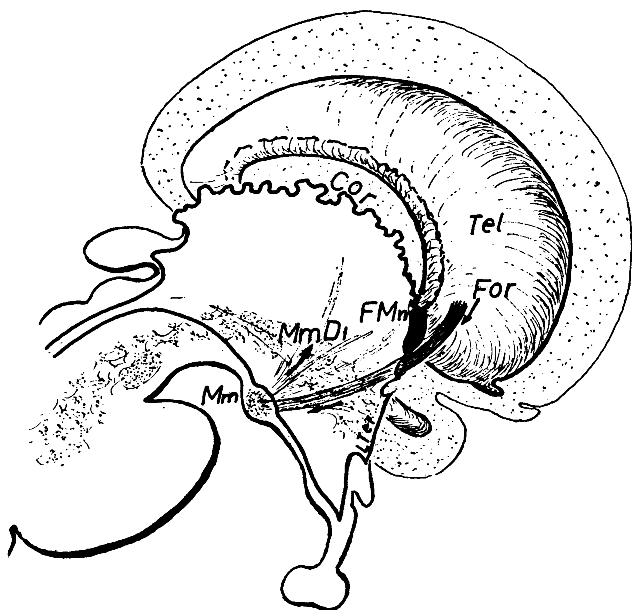


FIG. 192. — Donde se reseña el subtálamo en una referencia sagital.

---

[2] Sobre la organización del subtálamo y conexiones: FOREL (1887). Sobre las vías eferentes del subtálamo y en concreto las conexiones strionigrales, RANSON (1941), y en cuanto a la histoquimia de estos centros, SPATZ (1934).

categoría, no conseguirán eficazmente esa actitud de defensa. La actitud ineficaz resultante se suele llamar reacción catastrófica por sus fatales consecuencias.

El *núcleo subtalámico* (NSu) suele informarse por conexiones procedentes de la parte más medial del tálamo donde está el núcleo paraventricular talámico (PvTh). Estos informes fundamentalmente alarmígenos determinan que en el núcleo subtalámico se establezca un impulso que integra también el haz central de la calota, pero que en su mayor parte va al núcleo rojo (NR) para imprimir al cuerpo una actitud flexora en consonancia con la conmoción de alarma que corresponde.

La *substancia dinamógena*, en fin (Dina), lanza impulsos hacia los centros respiratorios y en general a toda la substancia romboencefálica para mayor facilitación del tono muscular y para que aumente el ritmo y excursiones respiratorias con arreglo al estado angustioso captado [3].

Debemos ahora de referirnos al núcleo facial (Fa), cuya parte intermedia es mímica, expresando la emoción del rostro, tanto mediante la mueca dolorosa, el estupor de alarma o la angustia respiratoria. Para ello la substancia reticular adyacente a este núcleo facial debe de recibir los impulsos que corresponden del haz central de la calota.

Los impulsos lanzados por el haz central de la calota, en parte se revierten al substrato de partida de sensibilidades vitales. Ello se establece mediante conexiones conocidas clásicamente como *ansa lenticularis* (Ansa), lo cual determina la formación de un circuito un tanto cerrado que en psicología corresponde a la carga afectivoemocional y que se descarga por rebosamiento a lo largo del haz central de la calota como impulsos emocionales más o menos marcados, como ya se indicó anteriormente, y que corresponden a una actitud vital (dolorosa, de alarma o de angustia respiratoria). En sí, resultan un tanto *genéricos*, pues tienden simplemente a conservar la naturaleza del ser. Existen impulsos *específicos* de conservación, como son ciertas actitudes aperitivas, de defecación, de micción y de coito principalmente. Éstos corresponden a centros diencefálicos en origen, que a lo largo del desarrollo han emigrado hacia el telencéfalo y que integran en el adulto el substrato de funciones instintivas más elevadas inclusive del mismo conocimiento. De ello se tratará más adelante.

Por último, el campo del conocimiento y en general de todas las funciones superiores del telencéfalo, influyen también en el impulso genérico del instinto, que hemos estudiado en el presente capítulo mediante un haz (fig. 192) llamado *fórnix* (For) que se lanza marginando por delante del agujero de comunicación interventricular (FMn) y llega al llamado *tubérculo mamilar* (Mm) del diencéfalo, desde donde el impulso se irradiará en abanico por todo el diencéfalo, como más adelante deberá de estudiarse.

INTRODUCCIÓN A LA PATOLOGÍA DEL SUBTÁLAMO

Sobre las bases conocidas debe puntualizarse pues, que el subtálamo impulsa movimientos de naturaleza instintiva (para conservar la integridad del individuo). Un tipo de estos movimientos corresponde a los desordenados y tempestuosos que producen una barrera defensiva. Otro tipo de estos movimientos corresponde a los de actitud evacuatoria. Otro, por último, se refiere al llamado bio-ritmo. En consecuencia distinguimos:

A) Los movimientos desordenados y tempestuosos produciendo barrera defensiva, podrían resultar eficaces como último extremo, pero no a priori, pues su efecto entonces, habría de ser catastrófico. Dichos impulsos parten del pallidum y del núcleo subtalámico donde existe una relativa localiza-

---

[3] El concepto de zona dinamógena: HESS (1932 y 1946). Indirectamente se llega también al mismo concepto por estudio del registro espontáneo y provocado de la actividad bioeléctrica por estímulo y coagulación (RHINES, 1946; MORUZZI, 1949; MAGOUN, 1952; FRENCH, 1952; FERNÁNDEZ, 1955; etc.).

ción topográfica de movimientos (los impulsos de las musculaturas más caudales del cuerpo corresponden a la parte más lateral del pallidum, mientras que las musculaturas más rostrales y en concreto la mímica, correspondería más bien a la punta del pallidum y al núcleo subtalámico). Desde estas estructuras se lanzan los impulsos por el haz central de la calota a los núcleos del puente que almacenan programas motores, rítmicos, organizados en relación con el cerebelo. También llegan los impulsos a la substancia negra, con lo que el movimiento a que nos referimos puede subir en ritmo e intensidad. Las estructuras subtalámicas a que nos referimos son estimuladas por impulsos que vienen de la zona incerta (al recibir ésta informes de carga carbónica traducible en angustia respiratoria, pues esta zona es reticular, prolongación de la F.R. de los centros respiratorios).

Otros impulsos que llegan al subtálamo proceden del núcleo centro-mediano (cuando éste se sobrecarga de estímulos nociceptivos procedentes de zonas desintegradas de nuestro organismo, en estado doloroso).

Los impulsos del pallidum se multiplican y refuerzan en circuitos cerrados eslabonados con la f.r. adyacente (estado emocional). Estos impulsos son regulados desde la corteza cerebral motora mediante impulsos piramidales que llegan al estriatum, estructura que adaptaría la fuerza impulsiva del pallidum al matiz piramidal de alto nivel. El pallidum es pues, necesario para reforzar un impulso piramidal. Si el pallidum enferma (por traumatismo o por transtornos del metabolismo de catecolaminas), se atrofia y produce un cuadro de rigidez al intentar los movimientos (rigidez parkinsoniana). Si las estructuras que indicamos se irritan, motivan hiperquinesias ante cualquier intento de movimiento piramidal (corea, atetosis, hemibalismo, tics, espasmos de torsión, dismetrías..., etc.).

B) Movimientos de actitud evacuatoria son las actitudes de micción y defecación encomendadas a la mitad superior de la cinta diagonal. También está la actitud de coito encomendada a la mitad inferior de dicha cinta diagonal (véase en cap. 41).

C) El «bio-ritmo» (en el que el descanso y vigilia, referible al sueño, es una señalada expresión), se instaura en toda la F.R. (por mecanismos neurofisiológicos que no procede analizar aquí). A estos propósitos habremos de referir más adelante supuestos centros circulatorios en la F.R. subtalámica (capítulo 59. Vías nerviosas vegetativas).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

SUBTALAMO = Substrato regulador de impulsos vitales. *Zona dinamógena de Hess. Pallidum. Núcleo subtalámico.* Haz central de la calota. Ansa lenticularis. Fórnix. Cuerpos mamilares. Haz mamilodiencefálico.

CAPÍTULO 40

CONFIGURACIÓN DEL DIENCÉFALO. VENTRÍCULO MEDIO. VASCULARIZACIÓN DEL DIENCÉFALO. NEUROEJE

El diencéfalo en conjunto ofrece una CONFIGURACION cuyos detalles debemos de recopilar conservando significado funcional. La cavidad inferior del diencéfalo o ventrículo medio es la mejor referencia de estudio conjunto.

El *ventrículo medio* es continuación del *acueducto del mesencéfalo* (AcMes) (fig. 193), cuya desembocadura está bien marcada merced a un saliente llamado *comisura blanca posterior* (CP), que conecta los tubérculos cuadrigéminos superiores entre sí. Por delante y enfrente, está la *lámina terminal* (LT), muy fina en el adulto, pero que en el estado embrionario fue matriz para que se formase la llamada *corteza diagonal* (Diag), que emigra hacia el telencéfalo (Tel) y sirve de arranque a impulsos instintivos específicos. La corteza diagonal del lado derecho y del lado izquierdo se conecta mediante la llamada *comisura blanca anterior* (CA). La superficie del ventrículo diencefálico ofrece a cada lado el *surco limitante* (SLm), que hacia delante se ensancha ampliamente. Por debajo está el HIPOTÁLAMO, emitiendo diversas prolongaciones o fondos de saco; se trata del llamado *receso infundibular* (Inf) y del *receso supraquiasmático* (Qu). En esta zona hipotalámica notemos el relieve del fórnix (For), que se lanza por delante del *foramen interventricular de Monro* (F Mn) hacia el cuerpo mamilar (Mm). Notemos que el epéndimo ventricular se adapta a todas estas desigualdades y forma en todo momento fondos de saco, como ocurre a pequeños resquicios ependimarios que tapizan el relieve de la comisura blanca anterior (CA), constituyendo el llamado *receso comisural anterior* y el *receso premamilar*, que se insinúa por delante de los cuerpos mamilares (Mm).

El EPITÁLAMO muestra la *lámina tectoria* con los *plexos coroideos* (Cor), que por delante es continuación de la lámina terminalis (LT), por detrás es continuación con la *epífisis* o *glándula pineal* (Pin), que a su vez ofrece un *receso pineal* y la *habénula* (Hb), juntamente con su *tenia* (Ten).

El TÁLAMO ofrece ventricularmente en cada lado una superficie que casi contacta en la línea media, notando en muchos casos una verdadera continuidad de substancia de un tálamo a otro, lo que constituye la llamada *comisura gris* (CGr).

El aspecto exterior del diencéfalo queda enmascarado por los hemisferios cerebrales que lo envuelven lateralmente. Solamente dejan asomar el hipotálamo, en el que vemos (fig. 194) los *tubérculos mamilares* (Mm), el *túber* (Tub) y el *infundíbulo* con su *tallo* (cortado en la figura). Ante el infundíbulo está el *quiasma*, que recibe los

nervios ópticos y va a constituir hacia atrás las *cintillas* o *tractos ópticos* (TrOp), que deberán terminar en los *núcleos geniculados externos,* ocultos en la figura. Por fuera de las cintillas ópticas se nota un poco del *núcleo supraóptico* y muy ampliamente la *corteza diagonal* (Diag). En toda esta zona distinguimos *espacios perforados* por vasos arteriales que aportan un riego especial. Se trata del conocido *espacio perforado interpeduncular,* que está por detrás de los tubérculos mamilares y del espacio perforado lateral, que está ocupado por el núcleo supraóptico y la corteza diagonal. En el espacio perforado interpeduncular, termina el tronco basilar, ramificándose en arterias cerebrales. En el *espacio perforado lateral* termina la carótida interna (figs. 194 y 131), ramificándose en otros ramos cerebrales. Entre ambas carótidas y las ramas del tronco basilar se constituyen anastomosis, dando lugar a un círculo arterial de aspecto de polígono. Es el POLÍGONO ARTERIAL de la base encefálica, de donde saldrán infinidad de arterias nutricias, de las cuales ahora nos interesa mencionar fundamentalmente las perforantes de los dos espacios indicados.

Al quedar el diencéfalo engastado en el centro de la masa encefálica por el exuberante crecimiento de los hemisferios cerebrales (fig. 195), se va estableciendo una soldadura entre el diencéfalo y telencéfalo en la superficie de contacto, pues se constituyen muchas fibras de conexión intermedia. Sin embargo, siempre queda algún vestigio de la primitiva separación del diencéfalo con el telencéfalo, pues aparte del pallidum (Pll), cuya base establece límite, existen arterias que pasaron a través del espacio perforado lateral y ascienden por fuera del centro indicado (fig. 195). Estas arterias tienen un apreciable calibre, pero una pared demasiado fina para soportar presiones patológicas, circunstancias que dan lugar a la rotura de estos vasos en los casos de hipertensión, originando la clásica hemorragia cerebral que motiva la hemiplejía, como estudiaremos más adelante.

NEUROEJE

El tubo nervioso primitivo, al irse desarrollando, destaca grandes centros que se independizan morfológicamente en el adulto y que son los hemisferios cerebrales y el cerebelo, aparte de esto, todo lo demás forma un eje continuo; esto es: la médula se continúa con el bulbo, protuberancia y pedúnculos, formando estos tres últimos el tronco encefálico y éste, a su vez, se continúa con el diencéfalo, terminando todo aquí en su parte más anterior, donde está la lámina terminalis. Esta sucesión de centros constituye el clásico neuroeje, cuyo alojamien-

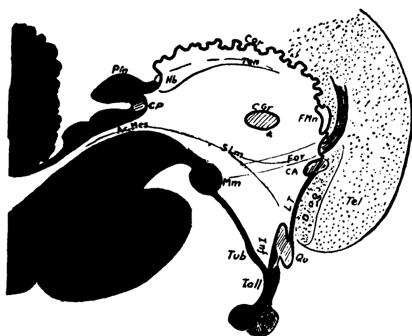


FIG. 193

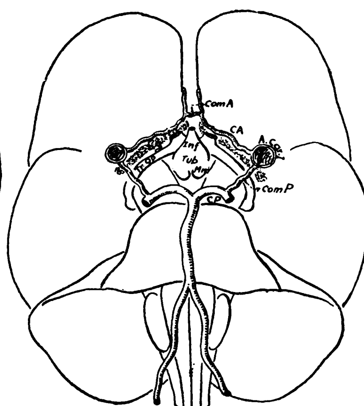


FIG. 194

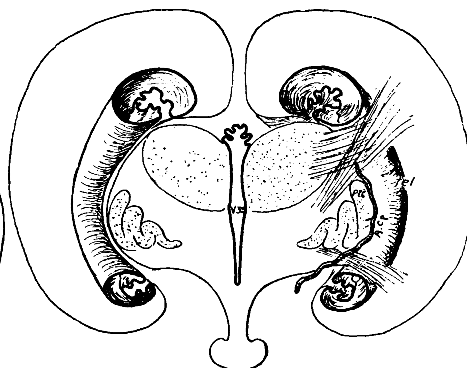


FIG. 195

FIGS. 193, 194 y 195. — Mostrando esquemáticamente la configuración interior y exterior del diencéfalo.

to dentro de la cavidad raquídea y craneal queda suficientemente protegido. El neuroeje se suele referir a una dirección longitudinal media, dirección sensiblemente recta, salvo en su parte encefálica, que está incurvada a nivel del mesencéfalo, tanto durante el desarrollo como en el estado adulto. Esta incurvación permitió dorsalmente un considerable espacio de desarrollo para el telencéfalo y el cerebelo.

La *inflexión del mesencéfalo* determina, a su vez, una *inflexión de la base del cráneo* a nivel de la silla turca. De esta suerte se forma una superficie apropiada de descenso del neuroeje, por intermedio de las cisternas cefalorraquídeas que lo almohadillan. El neuroeje y el eje de resistencia ósea de la base del cráneo tienden a coincidir sensiblemente. De esta suerte la protección queda asegurada en la transmisión de las fuerzas. A este propósito recordemos que la base del cráneo constituye la llamada lámina basilar, la silla turca con el cuerpo del esfenoides, que es donde se realiza la inflexión, y el yugo, que es la otra parte declive. La transmisión de fuerzas se realiza desde el punto de aplique o tope frontal, que es el metopio (M), hacia el cóndilo occipital (Cond) y de aquí va a lo largo de la columna vertebral. Desde el metopio las fuerzas, abrazando el frontal lateralmente y continuándose por las alas del esfenoides, llegan al cuerpo del mismo; desde aquí sigue la continuación por la lámina basilar hasta los cóndilos occipitales. De esta suerte tenemos el llamado *eje metópico-occipital*, que coincide con algunas referencias del neuroeje, como es el surco infraprotuberancial, el receso infundibular y el quiasma. Este eje sirve apropiadamente como longitudinal al neuroeje, máxime teniendo en cuenta que se adapta a la cuerda del arco de inflexión mesencefálica desde el momento en que el neuroeje aquí no posee línea recta alguna. El eje occipitometópico, aparte de ser un eje funcional de protección, sirve de verdadera referencia anatómica craneoencefálica para el estudio topográfico de la organización.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

CONFIGURACIÓN DEL DIENCÉFALO. *Ventrículo medio. Vascularización del diencéfalo.* NEUROEJE. Polígono arterial de la base encefálica. Espacio perforado posterior. Espacio perforado lateral. *Eje metópico-occipital.*

S. N. C.

Telencéfalo

CAPÍTULO 41

SUBSTRATO DEL CONOCIMIENTO = TELENCÉFALO. SU ORGANIZACIÓN EN DESARROLLO. ENCRUCIJADA RETICULAR STRIODIAGONAL PARA IMPULSOS DE ACTITUD INSTINTIVA

Aunque el conocimiento sea el proceso más complejo de nuestro organismo, ofrece algunas bases simples, si se sigue el desarrollo a partir de funciones ya conocidas. La conservación del individuo y la conservación de la especie, como misiones del instinto resultan tales bases para integrar el conocimiento. Las funciones instintivas ya eran referidas al diencéfalo (Di) (fig. 196), pero el diencéfalo se continúa superiormente con dos vesículas telencefálicas (Tel), una a cada lado, siendo éstas las que, al desarrollarse, organizarán el substrato del conocimiento.

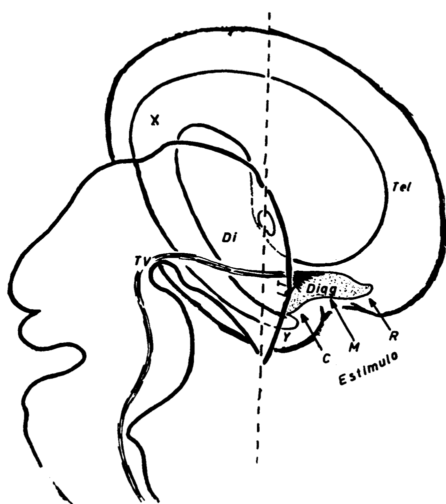


FIG. 196. — La vesícula telencefálica está alargándose hacia la parte temporal.

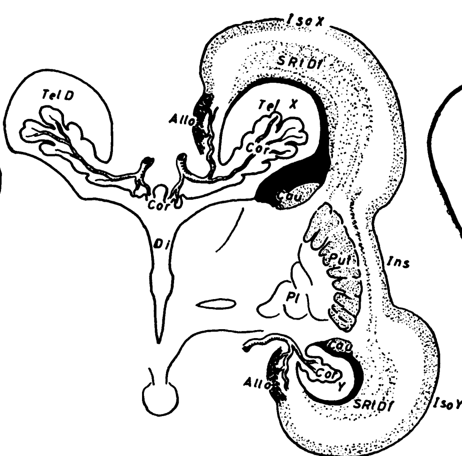


FIG. 197. — Matrices telencefálicas de crecimiento (en negro). Se marcan las emigraciones hacia la corteza y hacia el striatum (demostrado en corte transversal, a nivel de la línea de puntos de la figura 196).

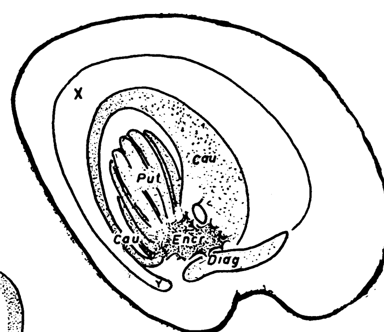


FIG. 198. — Striatum, allocortex diagonal (Diag) y encrucijada reticular striodiagonal (Encr) vistos lateralmente.

TELENCÉFALO. — El hecho de que el telencéfalo conste de dos vesículas, derecha (Tel D) (fig. 199) e izquierda (Tel I) (figura 200), simétricas y capaces de producir una organización, duplicada y similar, hace comprender que la capacidad funcional que deriva de aquí se podrá hacer con una sola de las dos vesículas en activo, mientras que la otra queda prácticamente en reserva. Cada *vesícula telencefálica,* en su desarrollo, crece primero hacia atrás y hacia abajo (X) (fig. 196), y después hacia delante (Y), tomando un aspecto de «C»; así, ofrecerá extensa superficie, que, como matriz proliferante, dará lugar a muchas emigraciones que en el adulto integrarán unos bloques, llamados hemisferios cerebrales.

Las emigraciones de la *matriz telencefálica* se desprenden tanto de la prolongación superior de la vesícula telencefálica (X) (figura 197) como de la prolongación inferior (Y). Se trata de estratos que se van sepa-

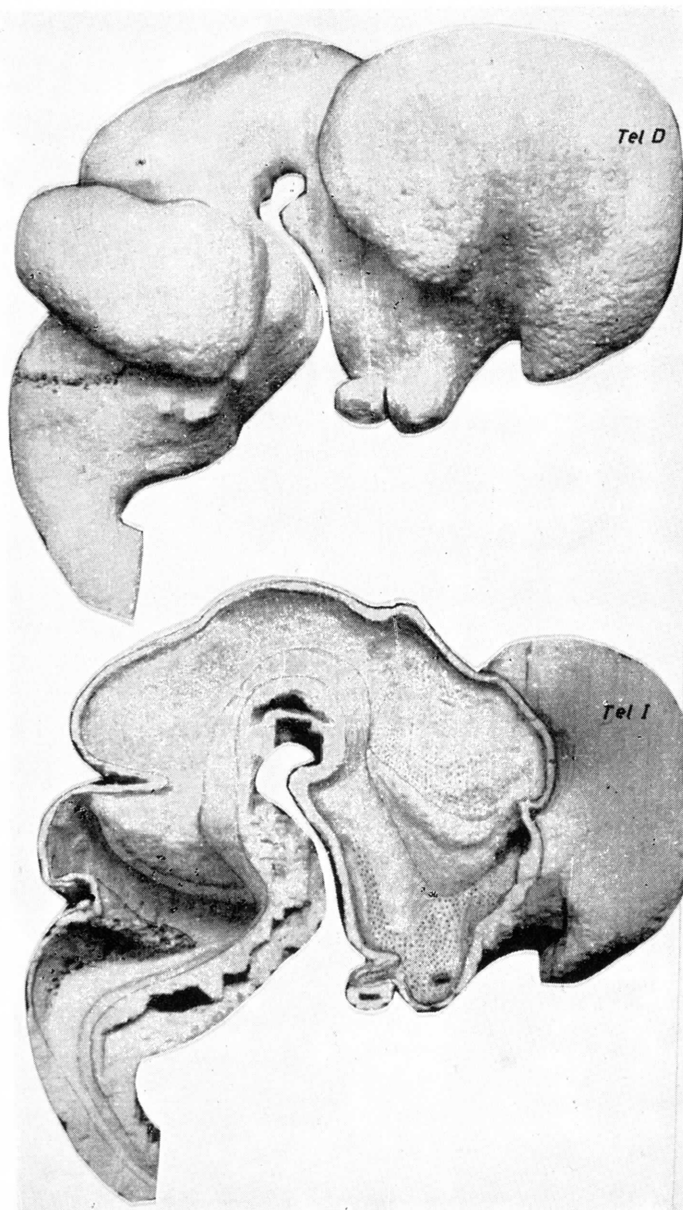


FIG. 199. — Visión lateral del telencéfalo derecho (Tel D), en continuación con el tubo nervioso. (Hy) primordium hipofisario, (Qu) receso quiasmático, base de implantación del tubo óptico primitivo. Embrión humano de 25 mm.

FIG. 200. — Visión medial del tubo nervioso cortado sagitalmente, mostrando el telencéfalo izquierdo (Tel I). (Mon) Agujero de Monro. (Diag) Allocortex diagonal emergiendo de la lámina terminalis diencefálica. (Tal) Área matriz de crecimiento talámico. (Sb) Área matriz de crecimiento subtalámico. (Hy) Primordium hipofisario. (Qu) Receso quiasmático con el orificio del nervio óptico primitivo.

rando de su matriz de origen y llegan a condensarse a distancia, formando una superficie, la llamada CORTEZA CEREBRAL. Existe corteza cerebral formada fácilmente por acúmulos de estratos emigratorios, corteza que acaba constituyéndose con arreglo a un patrón estratificado que le da el nombre de *isocortex*. El isocortex aparece en las partes más prominentes del hemisferio, donde las emigraciones llegan más fácilmente; por lo tanto, tendremos un isocortex superior (Iso X) (fig. 197) y un isocortex inferior (Iso Y). Bajo estos isocortex se disponen restos de estratos emigratorios formando una *substancia reticular difusa* (S Rt Df), de función facilitadora, para ayudar las actividades del isocortex de superficie, pues acumula potencial. Entre el isocortex superior y el inferior queda una zona de corteza escasamente diferenciada porque aquí llegan difícilmente las emigraciones de la matriz. Esta corteza cerebral recibe el nombre de *ínsula* (Ins). Su aspecto es un isocortex incompleto reforzado por las capas reticulares subyacentes a las que se une.

El isocortex recibirá informes de sensibilidades que puedan analizarse cuantitativamente, como es la sensibilidad táctil, cuya medida se da por la localización en la superficie del cuerpo y en su profundidad; la sensibilidad auditiva, cuya medida se da por su intensidad sonora, por la frecuencia de vibraciones que determina el tono y la medida del tiempo que determina un ritmo; la sensibilidad visual, cuya medida se da en su situación espacial, así como en la intensidad luminosa y frecuencia de vibraciones que determinan los distintos colores. Así, los factores sensibles de estos tres sentidos se pueden desintegrar y sintetizar cuantitativamente en el isocortex, al igual que ocurre con los informes cibernéticos de los computadores electrónicos.

Existen otras sensibilidades que no tienen apenas expresión cuantitativa, como ocurre a las sensibilidades gustativa y olfativa, muy relacionadas con el estado humoral. La corteza cerebral que recoge estas sensibilidades no es un isocortex, sino una corteza muy compenetrada con el estado humoral y, por lo tanto, con la abundante vascularización sanguínea que lo transporta, lo que hace que esta corteza se disponga un tanto irregularmente sin patrón alguno y reciba el nombre de *allocortex*. El allocortex (Allo) se forma por emigración de la matriz telencefálica, tanto en la prolongación ascendente (X) (fig. 197) como en la prolongación descendente (Y), donde está infiltrada de redes sanguíneas, procedentes de *plexos coroideos telencefálicos* (Cor X y Cor Y), que al igual que los plexos coroideos diencefálicos que había en el tercer ventrículo (Cor Di), se invaginan para segregar líquido cefalorraquídeo. Veamos, pues, tales plexos invaginados en verdaderos ventrículos telencefálicos, tanto por su prolongación superior como por su prolongación descendente (fig. 197).

Existen nuevas emigraciones de la matriz telencefálica, tanto de su prolongación superior como de su prolongación descendente. Estas emigraciones no formarán nunca corteza, pues según se desprenden de la matriz se van enfrentando mutuamente y conglomerando. Ello da lugar a un cuerpo estratificado llamado *striatum*, que forma una especie de barrera a la que se adapta el pallidum subtalámico (Pl), ya conocido, que viene creciendo medialmente, respetando siempre dicha barrera de adaptación. De esta suerte el striatum se conglomera visiblemente por fuera del pallidum, constituyendo el llamado *putamen* (Put); también se conglomera el striatum exuberante en la misma zona matriz donde se origina, constituyendo el llamado *núcleo caudado* (Cau) (fig. 197), que visto lateralmente es una verdadera «C» (Cau) (fig. 198), que se extiende a todo lo largo de la pared de vesícula telencefálica que lo origina. Dentro de la «C» caudada observemos las estriaciones del putamen (Put) (fig. 198), y debemos de recordar que el putamen y el pallidum integran el llamado *núcleo lenticular*, origen del haz central de la calota, y que el striatum matiza aquellas funciones de impulso vital encomendado a dicho haz. Relacionada con el

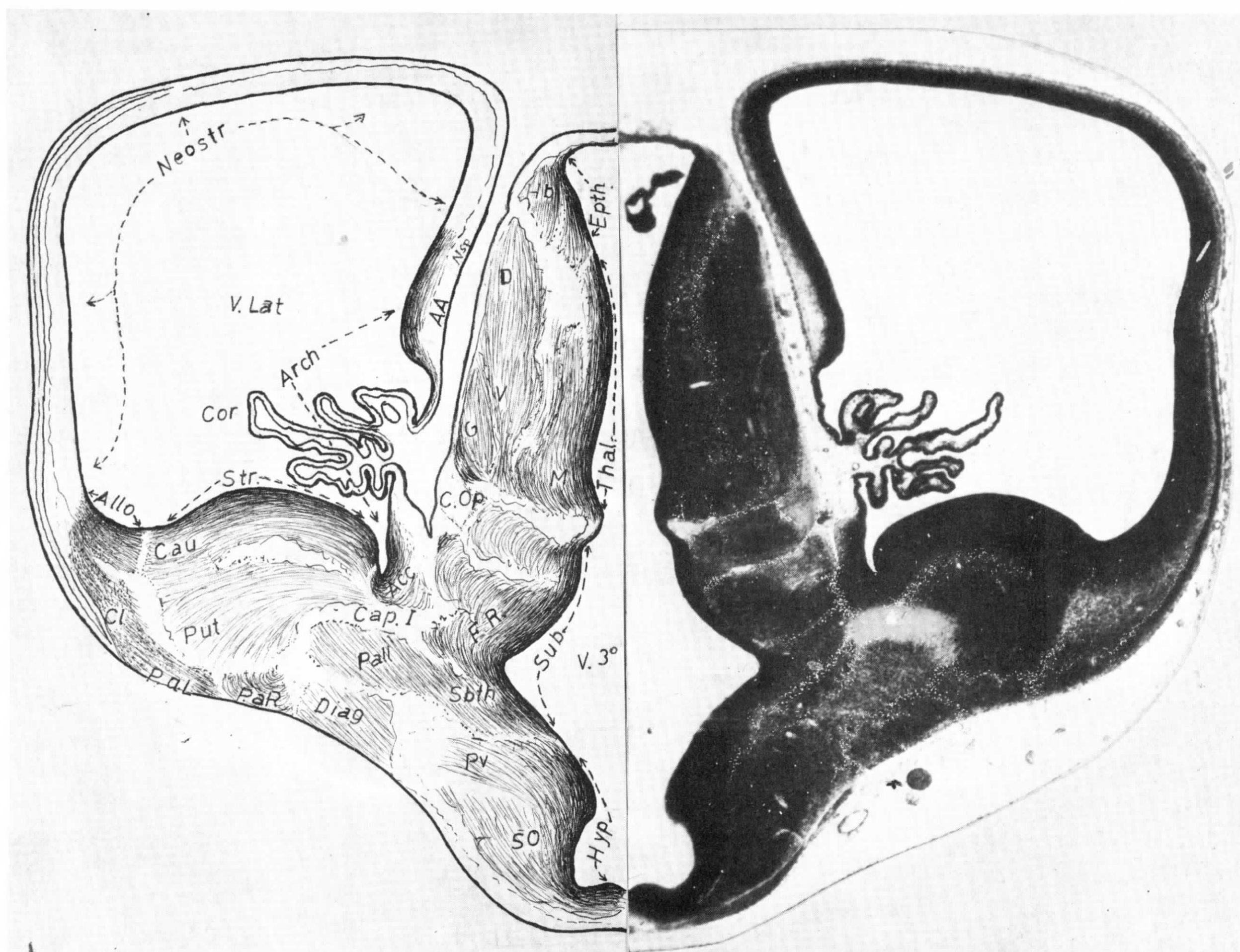


FIG. 201. — Matrices de crecimiento y emigraciones en el diencéfalo y telencéfalo (Embr. 25 mm). En diencéfalo recuérdense sus zonas matriz: Talámica (Thal), hipotalámica (Hyp), epitalámica (Epth) y subtalámica (Sub) (consúltese capítulo 35 y siguientes). Así podrían identificarse algunas formaciones conocidas: Por parte de la matriz hipotalámica (Hyp) está la emigración del núcleo supraóptico (SO) y la del núcleo paraventricular (Pv). Por parte de la matriz subtalámica (Sub) está la emigración del núcleo subtalámico (Sbth), la del pallidum (Pall), la de la formatio reticularis diencefálica (FR) y la del mismo allocortex diagonal (Diag) que corresponde a la lámina terminalis perteneciente al subtálamo. Por parte de la matriz talámica (Thal) está la zona de núcleos mediales (M), la de los dorsales (D), la de los ventrales (V) donde se destaca un cuerpo geniculado (G) y la cinta óptica (C Op). Por parte de la matriz epitalámica (Epth) está la emigración de la habénula (Hb). Las matrices indicadas acabarán siendo en el adulto epitelio ependimario del tercer ventrículo (V 3.°).

En telencéfalo se distinguen también cuatro zonas matrices que emiten emigraciones en estratos sucesivos excéntricamente, y rodean el ventrículo lateral (V Lat). Un primer tipo de emigraciones es el llamado striatum (Str), que permanece estratificado en el adulto, dando lugar al caudatum (Cau) y putamen (Put) que se acerca al pallidum (Pall) ya indicado en el diencéfalo y a la cápsula interna (Cap I). Un segundo tipo de matriz es el archistriatum (Arch), cuyos brotes apenas han tenido que emigrar para alcanzar fácilmente la superficie cerebral. Tal es el caso del asta de Ammon (AA) y de los núcleos del septum pellucidum (Nsp); dentro de este grupo está el núcleo accumbens (Acc) y el periamigdaleum rostralis (Pa R), que son formatio reticularis telencefálica y pertenecen a la encrucijada descrita en el texto; a este mismo grupo pertenecen también los plexos coroideos (Cor). Un tercer tipo de matriz es el llamado allostriatum (Allo), cuyas emigraciones alcanzan la corteza cerebral, pero difícil e irregularmente; tal es el caso del periamigdaleum lateral (Pa L), así como la del claustrum (Cl) que queda en profundidad como estela de emigración. El último tipo de matriz que queda es el más amplio y el que con más profusión llega a la corteza, recibiendo el nombre de neostriatum (Neostr). (Ver nota anexa a la figura 201.)

striatum y pallidum está la llamada *corteza diagonal* (Diag) (figs. 196 y 198), que, como se sabe, emigró de la lámina terminal del diencéfalo (LT) (fig. 198) y a causa de los vasos aquí existentes formó un verdadero allocortex; el allocortex diagonal, de donde parten impulsos de actitudes instintivas, a lo largo de aquel haz de actitudes instintivas (TV) (fig. 196), ya conocido a propósito de la médula espinal.

El estímulo del *allocortex diagonal* en su parte media (M) (fig. 196) produce actitudes aperitivas de lameteo, masticación y deglución, así como de prehensión dental, que lo mismo podría ser aperitiva que afrodisíaca. El estímulo del allocortex diagonal en su parte rostral (R) produce actitudes específicas para defecación y micción. El estímulo del allocortex diagonal en su parte caudal (C) produce actitudes de coito, que en los animales de experimentación lleva a la exhibición de los genitales externos, su restriegue por el suelo, intentos de cópula y aberraciones, entre ellas la masturbación, tratándose del Macacus Rhesus, por ejemplo. Estas actitudes instintivas integradas desde el allocortex diagonal (Diag), son acompañadas y facilitadas por impulsos agresivos que acompañan a las actitudes instintivas, caso que las metas funcionales indicadas ofrezcan dificultades en lograrse. Los impulsos agresivos se producen en aquella zona de confluencia del striatum con la cinta diagonal (Encr) (fig. 198), llamada *encrucijada reticular striodiagonal* porque se infiltra de substancia reticular, prolongación de la zona dinamógena de HESS, estudiada ya en el diencéfalo, hacia la formatio reticularis difusa, mencionada a propósito del telencéfalo. El estímulo experimental de tal encrucijada es canalizado por fibras que integran el haz central de la calota, traduciéndose sus efectos en agresión y en enfurecimiento [1].

---

[1] En cuanto al significado funcional del *allocortex diagonal y de la encrucijada reticular* adyacente, nos remitimos a HESS (1932-1946), cuando estimuló en el gato la zona dinamógena reticular diencefálica que hoy lleva su nombre, demostrando por primera vez reacciones experimentales diversas de actitud instintiva de gran precisión, como ya han sido indicadas en el texto. BARD y col. (1948) estimularon y destruyeron zonas, hoy día identificadas con la porción reticular striodiagonal, obteniendo entonces, por primera vez, reacciones agresivas diversas en la relación con las actitudes instintivas demostradas por HESS. Los autores indicados no precisaron la localización de sus zonas de estudio funcional. Ello debía ser obra de anatómicos que, a posteriori, incurrieron en las mismas circunstancias experimentales. Gracias a ello se tiene un preciso concepto topográfico de esa *encrucijada reticular striodiagonal,* que medialmente se continuará con la formatio reticularis diencefálica a nivel de la zona dinamógena de HESS, que lateralmente se continúa con la formatio reticularis difusa telencefálica y que, por delante y detrás, está comprendida, respectivamente, entre el allocortex diagonal y el striatum. A estos propósitos, pueden ser revisados algunos trabajos (ESCOLAR, 1964; ESCOLAR y col., 1965, 1966, 1954; AKERT, 1951; etcétera). De la encrucijada reticular striodiagonal se proyectan vías wallerianas descendentes (ESCOLAR y col., 1965; VELASCO, 1967), cuyo estudio prosigue en la actualidad.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Substrato del conocimiento. TELENCÉFALO. Organización en desarrollo. Vesículas telencefálicas = Hemisferios cerebrales. Matriz y emigraciones telencefálicas. *Isocortex. Allocortex. Striatum.* Putamen. Núcleo lenticular. Núcleo caudado. *Allocortex diagonal. Encrucijada reticular striodiagonal.* Haz de actitudes instintivas = Haz telencefálico ventral de Kappers. Haz de impulsos agresivos = Haz central de la calota.

ANEXO A LA FIG. 201. — El criterio de *desarrollo,* al analizar la figura 201, se basa fundamentalmente en trabajos de KUHLEMBECK (1920) sobre zonas matrices del telencéfalo de vertebrados en general y en concreto en las aves, así como sobre zonas emigratorias desde estas matrices, para formar el *striatum,* el *allocortex,* el *archicortex* y el *neocortex.* Todo ello está parcialmente fundamentado en trabajos de HERRICK (1910 y 1933) sobre peces y anfibios, de ROSE (1927) y SPATZ (1921 y 1925) sobre mamíferos y hombres, etc. V. ECCONOMO (1929) estudia comparativamente el allocortex en relación con el neocortex, estableciendo una escala filogenética de *cerebración* progresiva.

CAPÍTULO 42

SUBSTRATO PARA INFORMES APERITIVOS HUMORALES = = ALLOCORTEX CINGULAR

El instinto acaba de ser considerado con una referencia fundamental de impulsos de «actitudes» y «agresiones», a partir del allocortex diagonal, encrucijada reticular, striatum y pallidum. Existe además otro allocortex que es el que integra informes para elaborar a su vez esos impulsos: los informes aperitivos y los informes gonadales, que deben recibirse por vía humoral.

INFORMES HUMORALES APERITIVOS = ALLOCORTEX CINGULAR

Como ya hemos indicado, este allocortex se encuentra en íntima relación con ramas vasculares de los plexos coroideos. Su denominación de ALLOCORTEX CINGULAR viene, pues, por abrazar la línea cingular de plexos coroideos del ventrículo lateral. Se dispone en dos conglomerados allocorticales: uno superior o *septum* (Sp) y uno inferior o *hipocampo* (Hipp) (figs. 202 y 203). El s e p t u m a l l o c o r t i c a l se constituye por la reunión de los allocortex de ambos lados, en la línea media (Sp) (fig. 203) mediante conexiones a base de filamentos intermedios, que da al conjunto el nombre de *septum pellucidum*, septum que conserva en el interior restos del espacio de separación primitivo, y se llama *cavidad septal*. El h i p o c a m p o (Hipp) (fig. 202) consta de dos formaciones que crecen medialmente y son: la *fascia dentada* (FD) y el *presubículo* (PS); entre ambas crece otra formación allocortical, pero lateralmente, hundiéndose y haciendo hernia en la luz del ventrículo lateral; es el llamado *asta de Ammon* (AA) (fig. 202). Notemos que para que los vasos lleguen al asta de Ammon tienen que meterse en un surco que hay entre la fascia dentada y el presubículo; el llamado surco del hipocampo, en cuyo fondo se alcanza el asta de Ammon, donde se recibirán los informes aperitivos apropiados. Tanto en el hipocampo como en el septum se recogen informes aperitivos, los cuales se expresan en potencial nervioso, que es proyectado hacia la zona de impulsos instintivos indicada al principio de este capítulo. Esta proyección se realiza a lo largo de la llamada *fimbria* (Fm), que en su parte baja recoge la corriente del hipocampo y que después da la vuelta por detrás y arriba, recogiendo entonces impulsos del septum, y se convierte en *fórnix* (Fo) (fig. 203). El fórnix sabíamos que llega al diencéfalo (Fo) (fig. 203), pero antes de pasar por el agujero de Monro emite derivaciones hacia el allocortex diagonal (Diag) y hacia la encrucijada reticular striodiagonal (Encr). Remarquemos también que la fimbria (Fm), según va pasando por el septum, emite conexiones al caudatum, lo cual motiva la for-

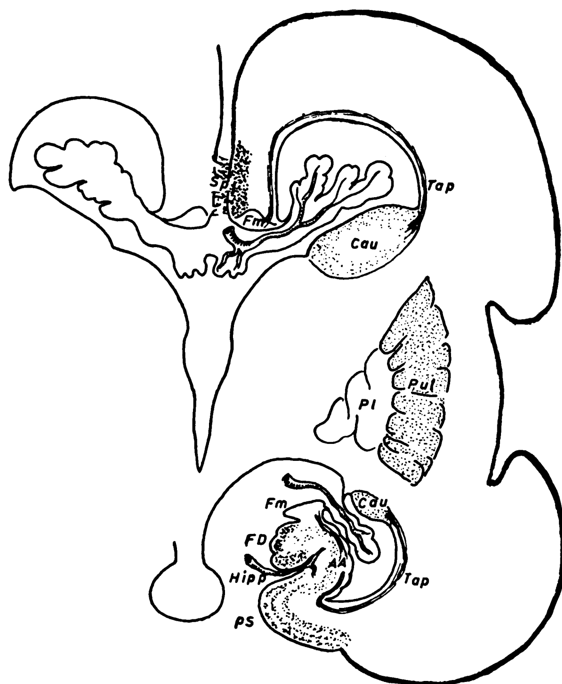


FIG. 202

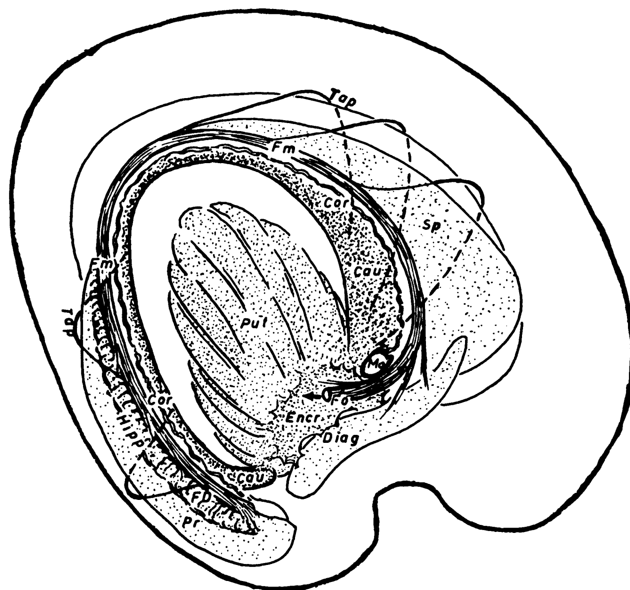


FIG. 203

FIG. 202. — Esquema de organización del allocortex cingular, como es el hipocampo (Hipp) y el septum (Sp), vistos en corte frontal. La figura 203 representa un esquema de la organización del mismo allocortex cingular y de sus conexiones, visto lateralmente.

mación de un manto de fibras que tapa superiormente a la prolongación alta del ventrículo lateral, constituyendo el *tapetum* (Tap) (figs. 202 y 203); lo mismo acontece en la parte baja de la prolongación inferior del ventrículo lateral, pero entonces las conexiones forman tapetum (Tap) directamente, desde el asta de Ammon (AA) hasta el caudatum (Cau). De esta suerte, vemos cómo el allocortex cingular va a conectarse con zonas de impulsos instintivos. Ahora debemos de considerar cómo dicho allocortex recibe e integra los informes aperitivos.

Los i n f o r m e s aperitivohumorales no son más que la variación de las constantes sanguíneas. Algunas de estas constantes, representadas gráficamente, fueron ya estudiadas a propósito de informes aperitivos en

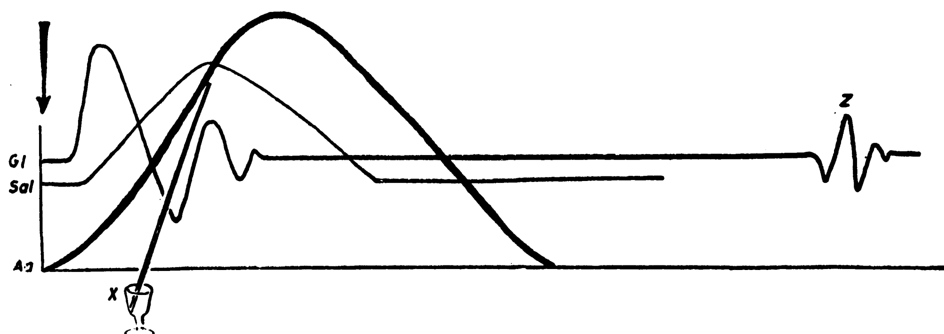


FIG. 204. — Representación esquemática de los niveles sanguíneos de significado troficoaperitivo, en relación cronológica con la comida (flecha) y vigilia.

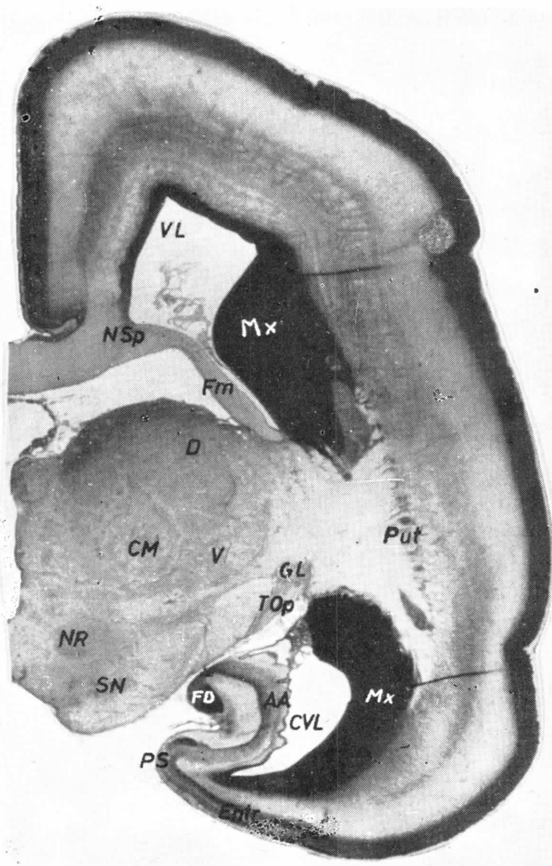


FIG. 205. — Corte transversal encefálico de un feto de 145 mm, que demuestra el estado de las matrices de crecimiento y de las emigraciones para formar territorios definitivos, ya reconocibles de allocortex cingular.

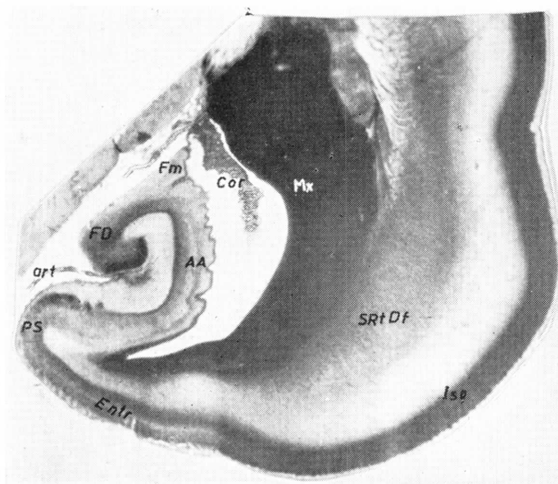


FIG. 206. — Mayores aumentos del segmento temporal (hipocampo) de la figura precedente.

el epitálamo. Recordémoslas ahora con mayor precisión.

La *constante glucémica* (fig. 204) es el factor fundamental (Gl). Menos interés tiene la línea *aminoacidémica* (Aa) y la *salina* (Sal) para presión osmótica. Todavía menos, interesan líneas de *lipemia*, etc. En ayunas, estos productos deben de mantener un nivel teóricamente constante, tanto el azúcar como las sales, siendo cero el de los aminoácidos. Después de la comida (flecha), el nivel de azúcar asciende y en seguida empieza a oscilar, descendiendo primero como corresponde a la participación del sistema regulador insulinglucagón ya sabemos que sus oscilaciones son subidas y bajadas bastante bruscas, pero al final debe de alcanzarse el nivel constante sin oscilaciones. Durante las comidas, la línea de los aminoácidos se eleva considerablemente en tanto esos aminoácidos van siendo utilizados, hasta que a las pocas horas se ha vuelto a alcanzar la cifra cero de aminoacidemia. Los salinos, y en general la presión osmótica, aumenta en el primer momento de la comida y de la digestión; poco después, al ingerirse agua (X), debe de descender la curva de concentración salina y alcanzar su normalidad.

Terminada la digestión y la asimilación, se vuelve otra vez al estado de reposo y de la constancia de los niveles. Si durante un largo período no se ingiriese más comida y se hubieran gastado los azúcares del hígado, entonces la curva de glucemia se altera esporádicamente (Z), pues sigue habiendo gasto y el sistema de regulación actúa mientras se desmoronan proteínas de nuestro armazón orgánico en estado de alarma, de donde se aíslan aminoácidos para convertirse en azúcar.

Los niveles constantes de azúcar y de aminoácidos, pero sobre todo el estado de azúcar por encima del aminoácido, se relacionan con los estados de apetito, tanto mayores cuanto mayor es la diferencia de nivel. Si esta diferencia es muy acusada, como en el caso de ayuno permanente (Z), entonces el estado de apetito es más bien estado

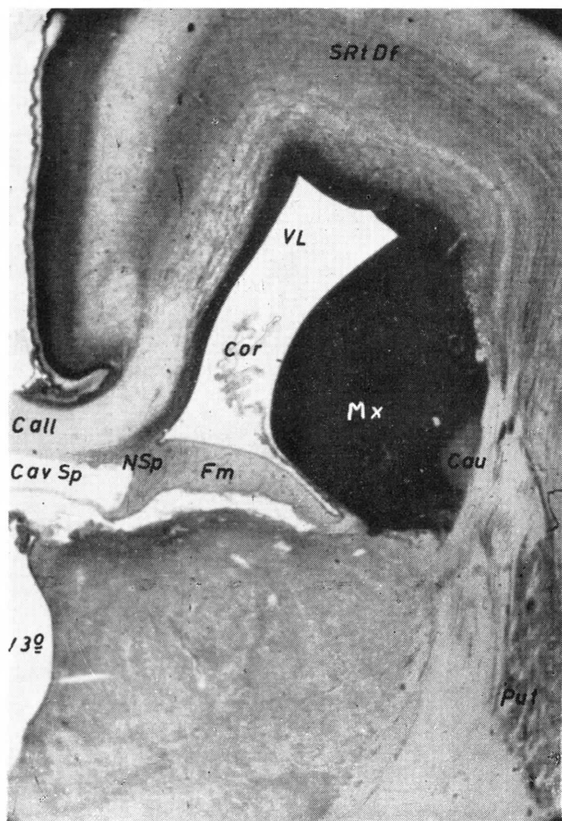


FIG. 207. — Mayores aumentos del segmento frontal (Septum) de la figura 206.

Figuras 205, 206 y 207 (Leyenda común)

(AA) Asta de Ammon. (Art) Arteria del hipocampo. (Cau) Núcleo caudado. (Cor) Plexos coroideos. (CVL) Cuerno temporal del ventrículo lateral. (Call) Cuerpo calloso. (Cav Sp) Cavidad del septum pellucidum. (CM) Núcleo centro mediano del tálamo. (D) Núcleos dorsales del tálamo. (Entr) Región entorrinal. (Fm) Fimbria. (FD) Fascia dentada. (GL) Cuerpo geniculado lateral. (Mx) Matriz. (I) Isocortex. (NR) Núcleo rojo. (NSp) Núcleo septum pellucidum. (Put) Putamen. (PS) Presubículo. (SN) Substancia negra. (SRtDf) Substancia reticular difusa. (VL) Ventrículo lateral. (V 3.°) Ventrículo tercero.

de hambre. En estas circunstancias indicadas se estimula considerablemente el hipocampo y, por lo tanto, se acarrean estímulos por la fimbria a la zona de impulsos instintivos. Por eso, en los estados diabéticos donde esta diferencia siempre es acusada, el hambre se manifiesta precozmente. Cuando la línea de aminoácidos queda por encima de la glucemia, entonces bloquea el estímulo para el apetito y no se estimula, en consecuencia, el hipocampo, pero se estimula el septum pellucidum, que en los animales es muy grueso e integra actitudes instintivas de micción y de defecación en relación con la parte elevada de la cinta diagonal. El estado osmótico se recoge fundamentalmente en órganos osmorreceptores existentes en la fascia dentada (mucho más numerosos que los órganos osmorreceptores del núcleo supraóptico ya indicado en capítulos precedentes).

En el primer tercio del embarazo, donde hay un dominio humoral luteinizante y luteínico que bloquea el asta de Ammon, se perturba el apetito. En la rabia, donde se altera el allocortex cingular, acontecen trastornos de apetito con agresión e hidrofobia, siendo éste el nombre con que también se la conoce. Experimentalmente el allocortex cingular y, sobre todo, el hipocampo, son muy afines las reacciones histoquímicas que denuncian el zinc y aminoacidasas, pues estas hormonas, y lo mismo la insulina que posee el zinc, impregnan los órganos receptores del asta de Ammon durante los informes aperitivos para su apropiado funcionamiento.

La impregnación humoral del hipocampo procede de derivaciones de los plexos coroideos y, además, de pequeños portas que parten del asta de Ammon. Algo parecido acontece en el septum (X)[1].

[1] El *asta de Ammon* tiene una organización común en la escala de mamíferos con algunas variantes morfológico-arquitectónicas (AKERT, 1953). Estas variantes guardan una cierta relación con el tipo de alimentación de los distintos animales, insuficientemente conocidas, pero denunciadas hace tiempo (ANAND, 1942). Es de gran interés el mejor conocimiento de las constantes sanguíneas tróficoaperitivas que dan informe al asta de Ammon. Lo mismo ocurre con el estado osmótico, que detecta este mismo asta, y que recuerda la misión de los osmorreceptores de VERNEY (1947) del núcleo supraóptico. Todo ello constituye aún agudo problema en investigación. Las reacciones histoquímicas sobre el estado de los azúcares por el método del PAS, así como otras reacciones más específicas en el allocortex hipocámpico como es la del zinc (ORTMANN, 1965), *pueden* denunciar

estados de transformación del hipocampo relacionables con circunstancias de hambre, sed y coma insulínico, desencadenados experimentalmente. De hecho, sometiendo animales a dietas carenciales se pueden observar transformaciones del allocortex, denunciable no solamente por alteraciones celulares (reveladas por el método de Klüver-Barrera), sino por cambios en el contenido de estas zonas en metales pesados (especialmente del Zn detectado por la técnica de TIMM) (SARRAT, 1968, 1969, y 1970). Lo mismo decimos de variaciones de la actividad bioeléctrica en relación con los mismos desencadenantes.

En cuanto a la relación del *septum* con las actitudes instintivas postprandiales de tensión de la prensa abdominal para la micción y defecación, encuentra SCHALTENBRADT (1959), por estímulo del septum pellucidum, respuestas a base de las mencionadas actitudes. HARRISON (1957) relaciona el grosor del septum pellucidum con la efectividad de expresar las actitudes instintivas indicadas, como demuestra a lo largo de la escala de los mamíferos.

Al pretender introducirnos en la patología del allocortex cingular, el asta de Ammon centra las principales referencias objetivas:

A) En la compleja y ordenada estructura del asta de Ammon se deposita el zinc en zonas precisas, como un oligoelemento catalizador para el mecanismo de la insulina en su síntesis de hidrocarbonados. Esta circunstancia puede ser referible a la esfera de sensaciones aperitivas normales y a otras sensibilidades post-prandiales.

B) El asta de Ammon ofrece un registro bioeléctrico característico, a base de ondas de elevado e irregular voltaje sin pausas isoeléctricas manteniendo la frecuencia elevada. A dicha actividad se atribuye un papel regulador y compensador de actividades bioeléctricas vecinas, así como reforzador de impulsos instintivos que lanza por la fimbria y fórnix.

C) La alteración del metabolismo hidrocarbonado o bien, la perturbación directa del asta de Ammon, altera su depósito del zinc trastornando el sentido aperitivo. Perturbaciones intensas del asta de Ammon, como produce el virus de la rabia, desencadenan anorexia con hidrofobia. Son patentes también, las alteraciones bioeléctricas del asta de Ammon, lo que se relacionan con la falta de regulación cerebral y de impulsos instintivos, expresable en crisis convulsivas espontáneas.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Substrato para informes aperitivohumorales. *Allocortex cingular*. Plexos coroideos del ventrículo lateral. Fimbria. HIPOCAMPO. Surco del hipocampo. Asta de Ammon. Presubículo. Fascia dentada. SEPTUM PELLUCIDUM. Fórnix. Agujero de Monro. Tapetum. Nivel glucémico. Nivel aminoacidémico. Nivel osmótico. Constantes sanguíneas y referencias al hambre y sed. Portas del septum pellucidum. Portas del hipocampo.

CAPÍTULO 43

SUBSTRATO PARA INFORMES GONADALES = ALLOCORTEX AMIGDALAR. COMPLEJO AMIGDALINO

Los informes gonadales corresponden a aquellos niveles de hormonas sexuales capaces de captarse en un allocortex determinado. Dicho allocortex se conglomera basalmente y por su forma recibe el nombre de complejo amigdalino, contrastando así con la disposición extendida de aquel allocortex cingular que recibe los informes aperitivos y fue referido en el anterior capítulo.

El COMPLEJO AMIGDALINO consta de un primer brote llamado núcleo amigdalar

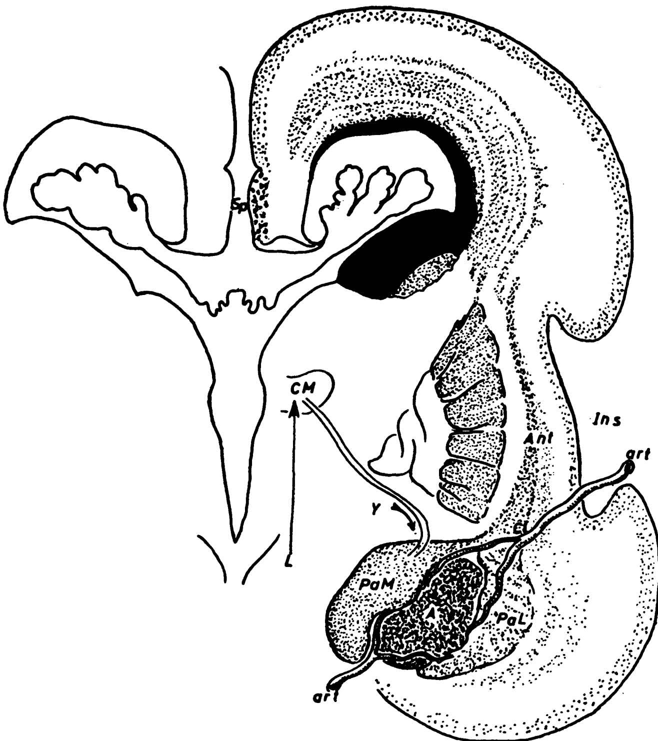


FIG. 208

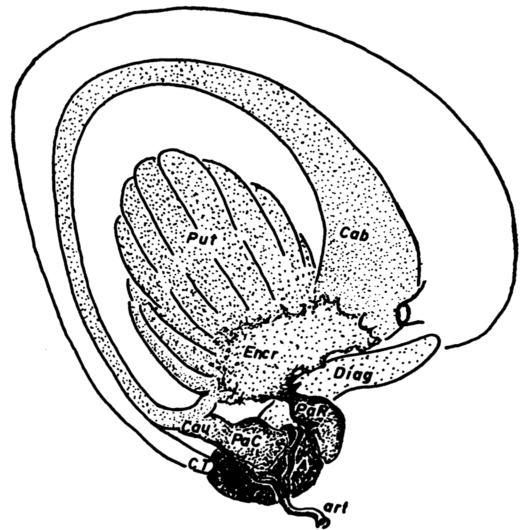


FIG. 209

FIGS. 208 y 209. — Visión frontal y lateral del allocortex amigdalar organizado en desarrollo.

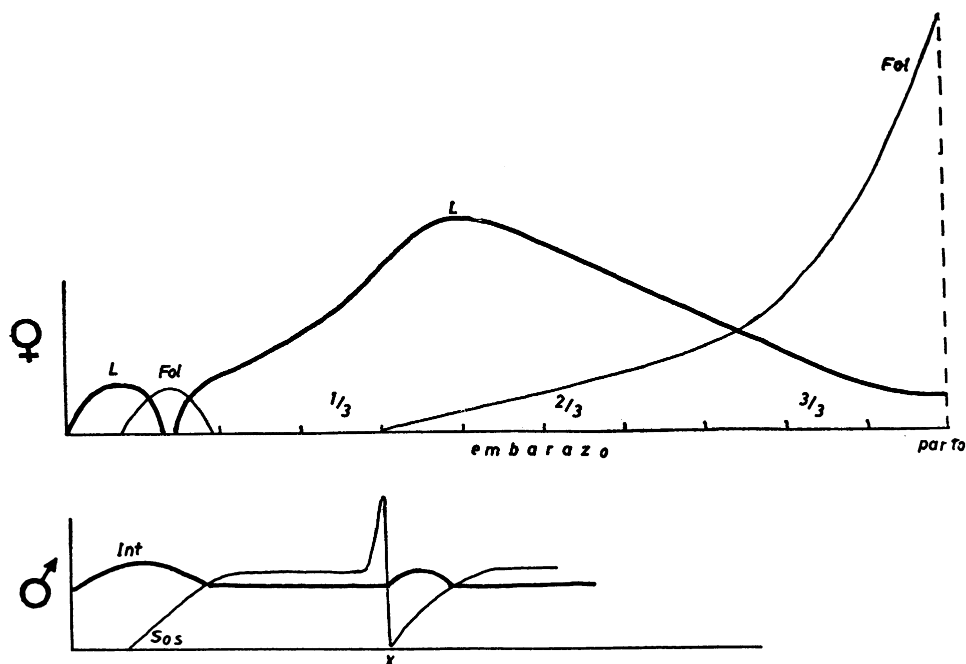


FIG. 210. — Niveles gonadales en relación con el tiempo, representados esquemáticamente en la mujer y en el hombre.

profundo (A) (figs. 208 y 209) o amigdaleum profundum, que deriva como emigración de la matriz del fondo terminal del ventrículo temporal, fondo que en el adulto recibe el nombre de *cuerno temporal* (CT) (fig. 209). El *núcleo amigdalar profundo* engloba la parte descendente del allocortex diagonal (Diag), de tal manera que su estímulo llegará a esta parte diagonal, que es la que impulsa las actitudes eróticas ya indicadas en capítulos anteriores. Alrededor del núcleo amigdalar profundo han llegado, por emigración embrionaria, un conjunto de centros periamigdalares, distinguiendo según su posición, por lo tanto: el *periamigdaleum* rostral, el caudal, el lateral y el medial. El *periamigdaleum rostral* (Pa R) es una derivación de la substancia reticular de la encrucijada (Encr) y su estímulo debe de llevar a la encrucijada reticular striodiagonal misma para que se produzcan desde aquí y, por lo tanto, a lo largo del haz central de la calota, impulsos agresivos que faciliten la actitud erótica. El *periamigdaleum caudal* (Pa C) es una derivación del caudatum (Cau) (fig. 209), precisamente a nivel de su cola; este periamigdaleum llevará estímulos a lo largo del caudatum (cuya función, lo mismo que la del putamen [Put], se estudiará más adelante), pero ahora basta señalar que estos estímulos que llegan al caudatum lo recorren longitudinalmente hacia su cabeza (Cab) y de aquí llegan de nuevo a la encrucijada (Encr), generalizándose así el impulso agresivo. El *periamigdaleum lateral* y el *periamigdaleum medial* derivan subcorticalmente de la ínsula; en el estado adulto se manifiesta claramente aún el camino de esta derivación. Procuraremos hacer ahora su referencia.

La ÍNSULA (Ins) (fig. 208) va a prolongarse como masa periamigdalar; debajo de la débil corteza insular, y muy pegada a ella para reforzarla, se encuentra una condensación de procedencia reticular que recibe el nombre de *antemuro* (Ant). El antemuro se prolonga hacia adelante para envolver al amigdaleum profundo, constituyendo el llamado *claustrum*. El claustrum, al realizar la envoltura, se espesa por dentro del amigdaleum profundo, constituyendo el periamigdaleum medial (Pa M), que es una ver-

dadera corteza en superficie; también se espesa por fuera, constituyendo el periamigdaleum lateral (Pa L), que queda en profundidad. En estas circunstancias, ambos núcleos periamigdalares derivarán la excitación amigdalar hacia la ínsula; por lo tanto, la ínsula es una zona donde confluyen informes gonadales para nuevas y sucesivas conexiones.

El amigdaleum profundo y los cuatro territorios periamigdalares que hemos distinguido, están bañados por una profusa red sanguínea que entra medialmente (art) (figuras 208 y 209), y también lateralmente, por la ínsula (Ins) (art) (fig. 208). La red capilar formada aprovecha intersticios amigdalares y periamigdalares. Así, los niveles gonadales sanguíneos llegan íntimamente al tejido amigdalar. (La posibilidad de la existencia aquí de pequeñas redes porta es objeto de estudios en la actualidad.)

En la mujer (fig. 210), el nivel luteínico (L), lo mismo que el foliculínico (Fol), están representados por una serie de oscilaciones que se cruzan y se enfrentan; que duran un mes lunar en el período sexual y que se amplían considerablemente durante el embarazo, notando en este caso que el culmen de nivel luteínico corresponde al primer tercio del embarazo, mientras que el nivel foliculínico tiene su culmen en el momento del parto. En el hombre, el nivel hormonal corresponde también a procesos parecidos, pero sin obligadas oscilaciones. La hormona *intersticial* del hombre (I) (relacionable con la luteínica de la mujer) se pone de manifiesto en la pubertad y desde entonces debe de adquirir un nivel relativamente constante. La hormona de las *células de sostén* (S) (relacionable con la foliculina de la mujer), sube de nivel un poco después que la hormona intersticial, pero las dos se mantienen relativamente constantes. Únicamente la hormona de «sostén» sube de nivel en relación con el acto sexual (X), para después descender y recuperarse pronto. Estos niveles gonadales influyen en el sistema nervioso y en concreto en el complejo amigdalino, sirviendo aquí de informes sexuales. Aunque queda mucho por precisar, se piensa que el estado luteínico influye favorablemente en el sistema nervioso facilitando en las neuronas su estímulo fisiológico y una tendencia a la mielinización, de tal forma que la falta de hormonas luteínicas habrían de producir en el funcionamiento nervioso general un cierto déficit. El estado foliculínico y, por lo tanto, también las hormonas de las células de sostén, tenderían más bien a facilitar la transmisión sináptica específi-

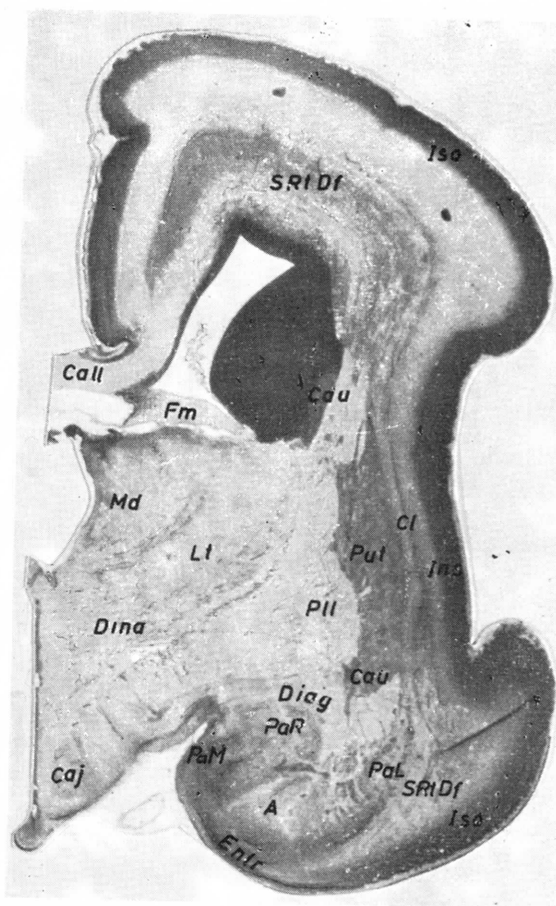


FIG. 211. — Corte frontal del telencéfalo de un feto de 145 mm, mostrando el estado de desarrollo, especialmente en el complejo amigdalino: (A) Amigdaleum profundo. (Call) Cuerpo calloso. (Caj) Núcleo hipotalámico de Cajal. (Cau) Caudatum. (Cl) Claustrum. (Diag) Allocortex diagonal. (Dina) Zona dinamógena de HESS. (Entr) Región entorrinal. (Fm) Fimbria. (I) Ínsula. (Iso) Isocortex. (Lt) Núcleos laterales del tálamo. (M) Núcleos mediales dorsales del tálamo. (Pa L) Periamigdaleum lateral. (Pa M) Periamigdaleum medial. (Pa R) Periamigdaleum rostral. (Pll) Pallidum. (SRtDf) Substancia reticular difusa.

camente en el complejo amigdalino y, en consecuencia, a la integración de estímulos eróticos que llevan a impulsos de actitudes eróticas y agresivas.

Los informes sexuales humorales se integran en el complejo amigdalino junto con otros informes sexuales del exterior. Se trata de un estímulo erótico que nace del contacto y que, por lo tanto, se inicia en terminaciones táctiles. Este estímulo se relaciona mucho con aquel nociceptivo motivado por una lesión en las terminaciones nociceptivas de la piel y de los vasos que originaban corriente nociceptiva y que, como es sabido, entraba en la médula por el núcleo del casquete gelatinoso, que después ascendía con la cinta de Reil por el haz lateral nociceptivo (L) (fig. 208) hasta el núcleo centromediano (CM). En circunstancias sexuales, y concretamente en momentos de fuerte nivel foliculínico de todo el organismo, las terminaciones nociceptivas así impregnadas se estimulan ante el contacto simple y llevan corriente por un camino, idéntico al nociceptivo, ascendiendo así hacia el núcleo centromediano (CM). Por lo tanto, el estímulo erótico y el nociceptivo ofrecen ciertas analogías funcionales. Sin embargo, se debe tener presente que en período sexual ha habido ya una cierta mielinización de algunas vías nociceptivas (vías que antes de llegar a la pubertad estaban prácticamente todas amielínicas). La mielinización de algunas de las fibras nociceptivas se ob-

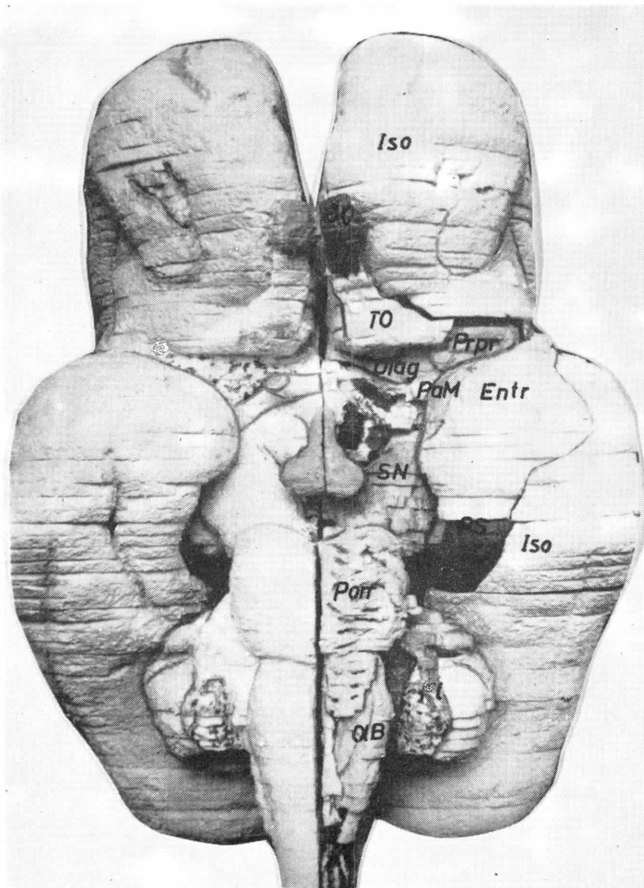


FIG. 212

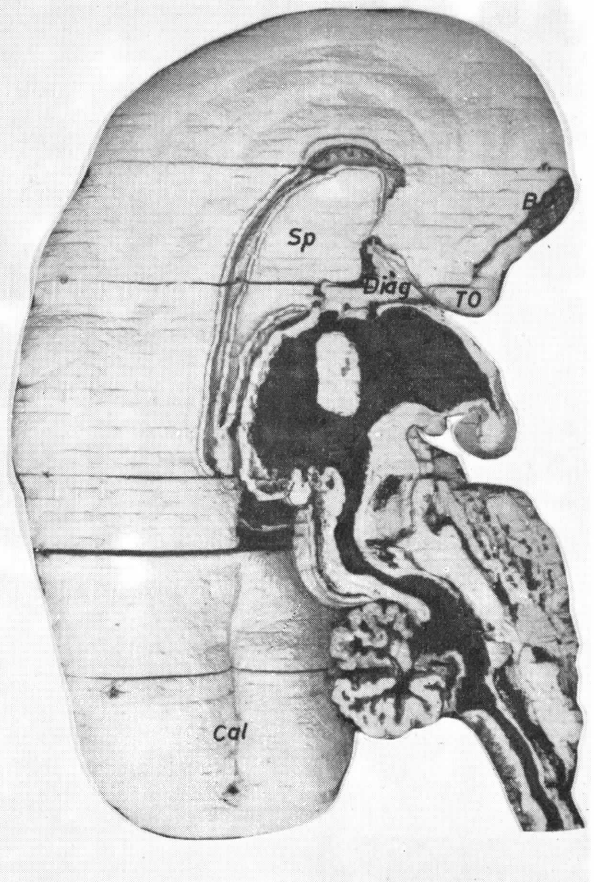


FIG. 213

FIGS. 212 y 213. — Para demostrar la organización allocortical y dependencias se presenta la visión basal y medial de una reconstrucción estereométrica de un feto humano de 145 mm, habiendo excluido del modelo la substancia blanca (ver leyenda común).

serva en este período, no solamente a lo largo del haz lateral de la médula, sino en su llegada al núcleo centromediano, y en su continuación desde este núcleo, mediante un haz (Y) que llega al núcleo periamigdalar medial (Pa M), que recibe estas sensibilidades y las integra con las humorales, de las que se ha hablado anteriormente. Lesiones encontradas durante autopsias en el núcleo periamigdalino medial, coinciden con antecedentes de aberración sexual expresadas en actitudes exhibicionistas [1].

[1] La revisión bibliográfica sobre el *complejo amigdalino* demuestra que los componentes estructurales, que BROCKHAUS (1938) y CROSBY (1941-44) han ido distinguiendo, van tomando significado cuando se les refiere a su origen embrionario, como HILPERT (1928) mostró por primera vez. Este significado sube de punto cuando, a lo largo de la escala zoológica, se relaciona el complejo amigdalino con el allocortex vecino (ESCOLAR, 1954-58, 66) y con el neocortex (v. ECCONOMO, 1929) en un proceso gradual de cerebración filogénica. De esta suerte, el informe gonadal que se integra por influencias diversas y, en concreto, gonadotrópicas experimentales (CALATAYUD, 1961; LÓPEZ DE LA TORRE, 1960), se van integrando en mayores capacidades para expresar actitudes instintivas en la esfera sexual, con pequeñas variaciones de matiz, según las distintas especies (GLOOR, 1960; GREEN, 1957).

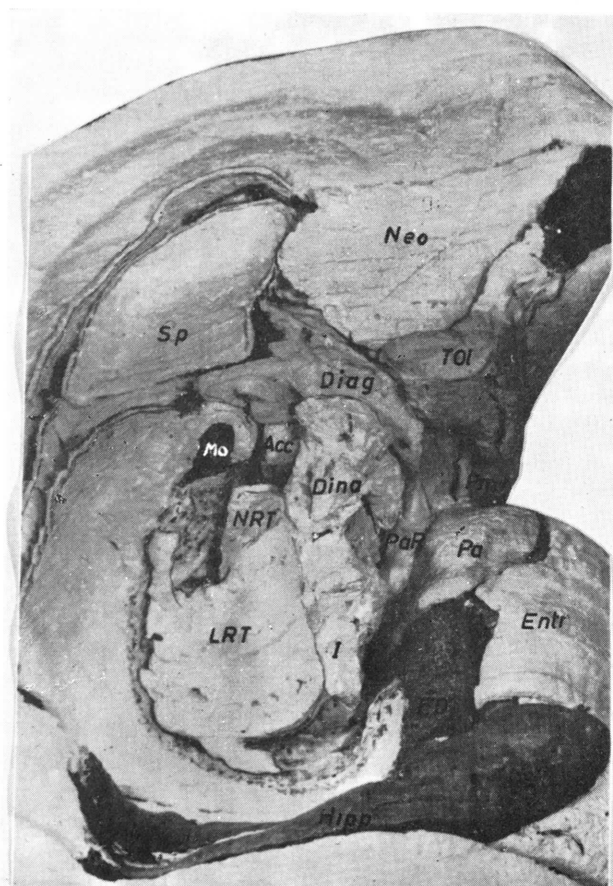


FIG. 214

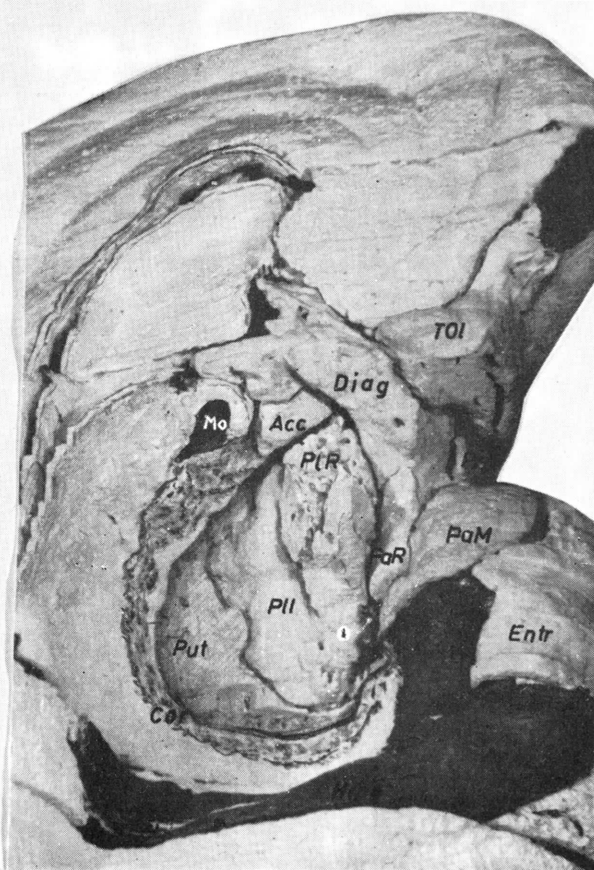


FIG. 215

FIGS. 214 y 215. — Desmontaje sucesivo de las organizaciones allocorticales y dependencias. La figura 214 se deduce retirando el neuroeje unido al diencéfalo, que existía en la figura 213. Ello es posible aprovechando los intersticios que quedaron por ausencia de substancia blanca. Sin embargo, la formatio reticularis diencefálica se ha quedado con el telencéfalo. A este propósito, véase (Dina) zona dinamógena diencefálica, (I) zona incerta y (LRT) lámina reticularis talámica. En la figura 215 se ha retirado toda la formatio reticularis diencefálica que existía en la figura 214 (véase leyenda común).

La administración de gónadas influye en el estado funcional del allocortex amigdalar. Objetivamente sin embargo, sólo podemos aportar una significativa alteración, desencadenada por la administración experimental de coriogonadotropina, si bien no acontece en el núcleo amigdalino, sino en la parte más contigua del asta de Ammon, consistiendo en una disminución del depósito de zinc, parecido al caso de la inanición experimental (SARRAT y GÓMEZ PERÚN, 1972). Ello es relacionable con las anorexias y trastornos aperitivos durante el embarazo.

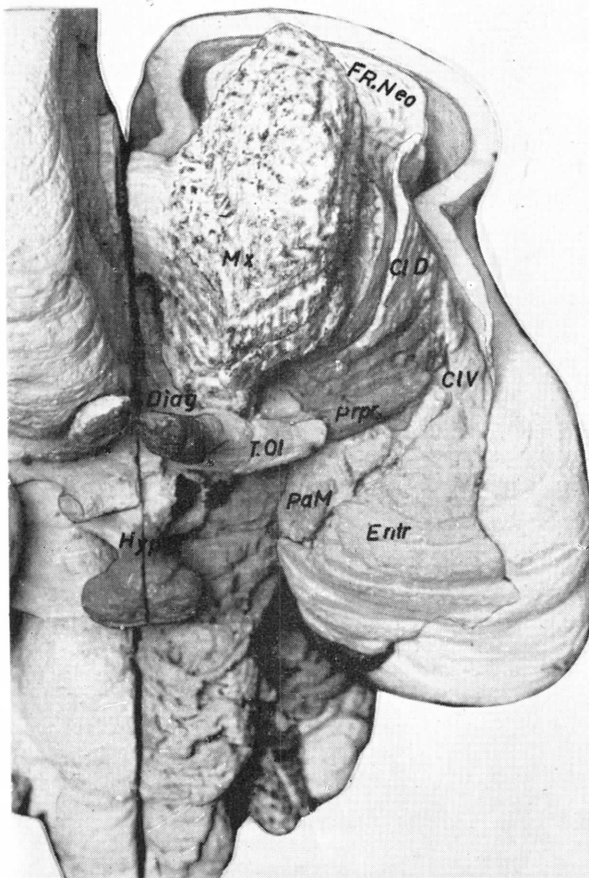


FIG. 216

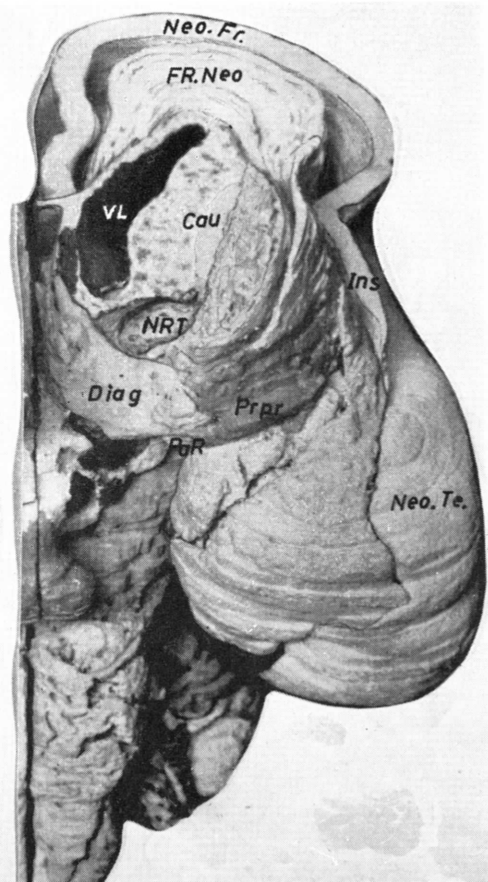


FIG. 217

FIGS. 216 y 217. — En una visión basal de la reconstrucción anterior se ha retirado el casquete frontal de isocortex, mostrándose la matriz (Mx) existente en la prolongación ventral del ventrículo lateral. En la figura 217 se ha retirado la matriz indicada (Mx) que sobresalía frontalmente, por lo tanto se ha retirado también el tubérculo olfatorio (T Ol) que estaba unida a ella. Así, el allocortex diagonal (Diag) se demuestra ampliamente desarrollado (ver leyenda común).

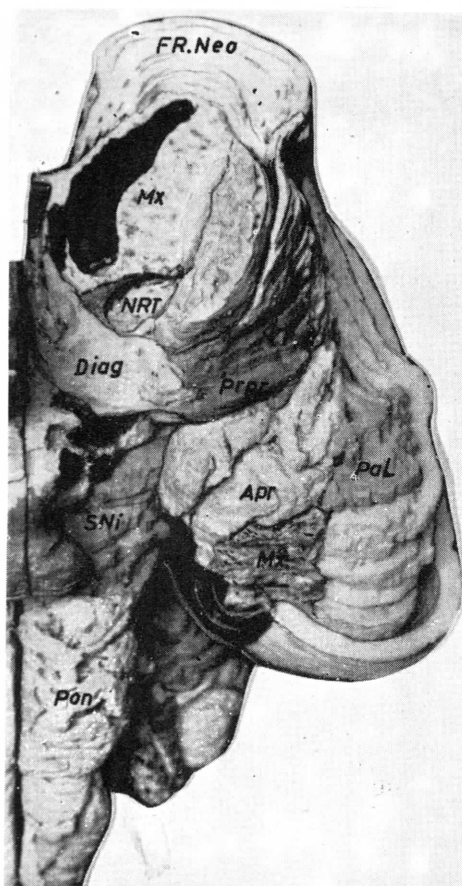


FIG. 218

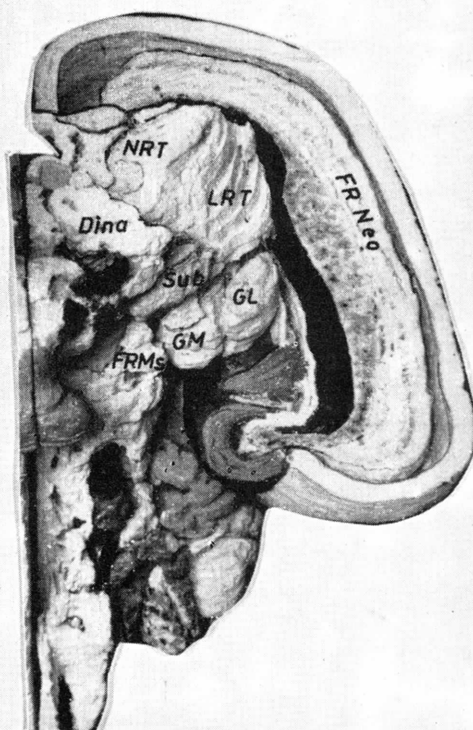


FIG. 219

FIGS. 218 y 219. — Para continuar demostrando la organización se siguen separando fajas de isocortex de la región temporal. En la figura 219 se retiró todo el territorio telencefálico que tapaba al diencéfalo, quedando éste ampliamente al descubierto (ver leyenda común).

Leyenda común de las figuras 212 a la 219: (Acc) núcleo accumbens de formatio reticularis telencefálica, perteneciente a la encrucijada reticular descrita en el texto. (Apr) Amigdaleum profundo. (BO) Bulbo olfatorio. (Cal) Cisura calcarina. (Cau) Caudatum. (Cl D) Claustrum dorsal. (Cl V) Claustrum ventral. (Cor) Plexos coroideos. (Diag) Allocortex diagonal. (Dina) Zona dinamógena de HESS. (Entr) Región entorrinal. (FD) Fascia dentada. (Fl) Flóculo. (FRMs) Formatio reticular mesencefálica. (FRNeo) Formatio reticular neocortical difusa. (GL) Cuerpo geniculado lateral. (GM) Cuerpo geniculado medial. (Hipp) Hipocampo. (Hyp) Hipófisis. (I) Zona incerta. (Ins) Ínsula. (Iso) Isocortex. (L) Lámina reticularis talami. (Mo) Agujero de Monro. (Mx) Matriz telencefálica. (NRT) Núcleo reticularis talami. (Neo Fr) Neocortex frontal. (Neo T) Neocortex temporal. (Pa L) Periamigdaleum lateral. (Pa M) Periamigdaleum medial. (Pa R) Periamigdaleum rostral. (Pll) Pallidum. (PLR) Pallidum reticular. (Pon) Núcleos pónticos. (Prpr) Región prepiriforme. (PS) Presubículo. (S Ni) Substancia negra. (SP) Septum pellucidum. (T Ol) Tubérculo olfatorio.

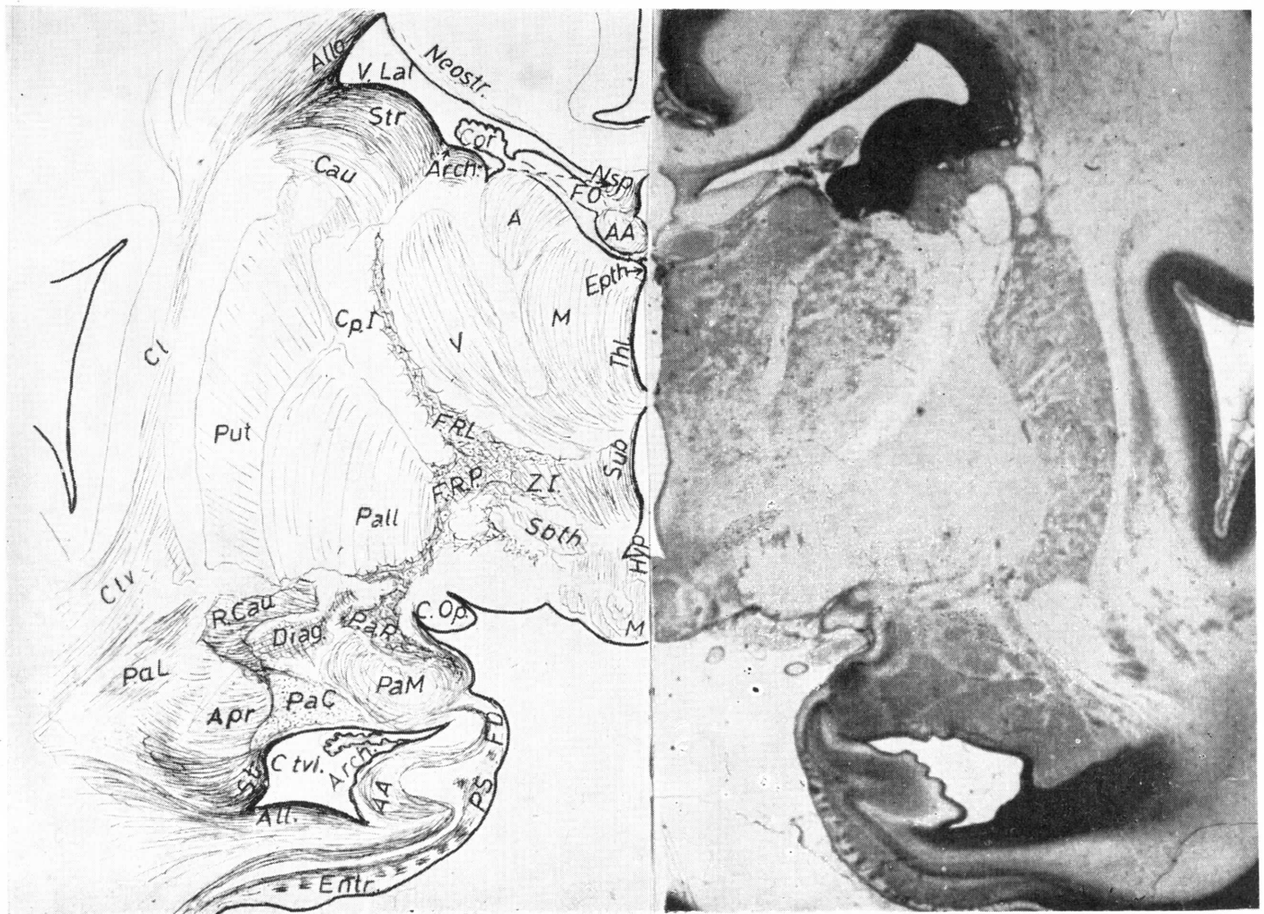


FIG. 220. — Desarrollo de las emigraciones telencefálicas y diencefálicas en un embrión de 145 mm. Compárese con el desarrollo del embrión de 25 mm (fig. 201). Las matrices diencefálicas recuerdan en todo momento a las del embrión referido; así, por parte del tálamo (Thl), tenemos los núcleos mediales (M) y los ventrales (V); además hay un núcleo anterior (A) de origen reticular, dependiente del subtálamo. En este subtálamo (Sub) distinguimos la formatio reticular laminar (FRL) y la formatio reticular pallidal (FRP); igualmente distinguimos el núcleo subtalámico (Sbth), así como el cuerpo mamilar (M) que empuja muy hacia delante al hipotálamo, del que la figura conserva un resto (Hyp). A propósito del subtálamo, nótese el allocortex diagonal (Diag) muy emigrado.

Por parte del telencéfalo, véase que la vesícula primitiva, correspondiente al ventrículo lateral del adulto (VL), se prolonga en cada lado, destacando el cuerno temporal del ventrículo lateral (Ctvl). Las zonas matrices y emigraciones se disponen en el ventrículo lateral (V Lat) de una forma semejante al embrión de 25 mm; así, por parte del striatum (Str) tenemos el caudatum (Cau) y el putamen (Put) que se acerca al pallidum (Pall) procedente del subtálamo diencefálico. Por parte del allostriatum (Allo) está el claustrum (Cl), su parte ventral (Clv), el periamigdaleum lateral (Pa L) y el periamigdaleum medial (Pa M). Por parte del archistriatum (Arch), están los plexos coroideos (Cor), el asta de Ammon (AA), en una escasa representación, y los núcleos del septum pellucidum (NSP), así como el fórnix (Fo). Al referir las emigraciones telencefálicas, a la prolongación ventricular temporal, tenemos: Por parte del striatum (Str), está el caudatum (Cau). Por parte del archistriatum (Arch), está el asta de Ammon (AA), la fascia dentada (FD) y el periamigdaleum rostral (Pa R); los plexos coroideos (Cor) también pertenecen al archistriatum. Por parte del allocortex (Allo) está la región entorrinal (Entr) y el presubículo (PS).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Substrato para informes gonadales. *Allocortex amigdalar*. Complejo amigdalino. *Supraamigdaleum. Núcleo amigdalar profundo. Periamigdaleum.* Periamigdaleum rostralis o reticularis. Periamigdaleum caudalis o striatalis. Periamigdaleum lateralis o insularis. Periamigdaleum medialis o corticalis. Claustrum = Antemuro. Niveles sanguíneos gonadales masculinos y femeninos. Estímulo erótico-táctil-nociceptivo. Portas amigdalares.

CAPÍTULO 44

SUBSTRATO DE INFORMES SENSORIALES PONDERABLES. ISOCORTEX

El conocimiento suele referirse a los informes que proceden del exterior, considerándose por este motivo, que no puede haber en el intelecto lo que no haya entrado por los sentidos. Entre los sentidos, son la vista, el oído y el tacto los que recogen sensibilidades descomponibles en factores ponderables (recuérdese cap. 41). Estos factores son recibidos en determinados puntos de la corteza y después asociados entre sí. Esta asociación resulta de tal forma que los factores compuestos de una imagen procedentes de cualquier sentido, recogidos independientemente, pueden reunirse mutuamente en un punto determinado de la corteza cerebral. Así, esta síntesis correspondería a la imagen conjunta recibida. Las imágenes de los sentidos vienen, en unos casos, simultáneamente; en otros, sucesivamente. Para adquirir significado cronológico, la corriente recibida en la corteza correspondiente a una imagen de un determinado tiempo, debe de poderse asociar con la corriente, correspondiente a la imagen recogida en una fracción de tiempo inmediatamente antes e inmediatamente después. Esto es posible si la corriente que llega a la corteza experimenta un cierto entretenimiento mientras se difunde y en ese intervalo puedan coincidir corrientes de imágenes sucesivas y, por lo tanto, no simultáneas. Con esto vemos que en la corteza cerebral no solamen-

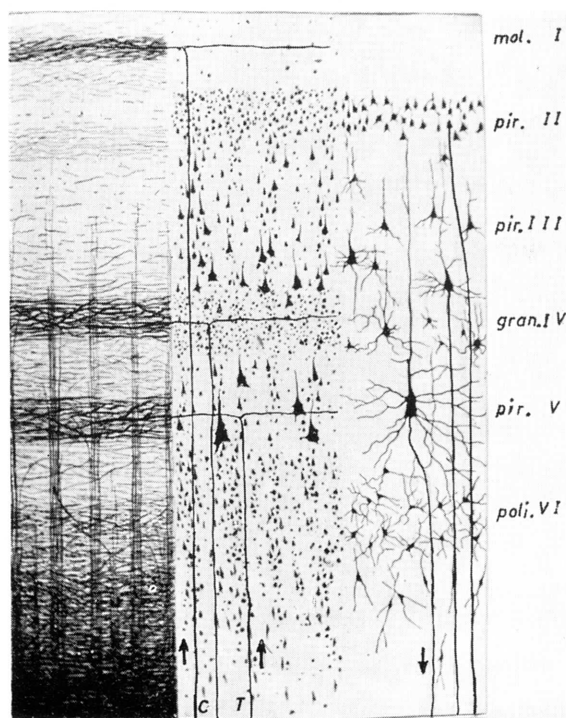


FIG. 221. — Representación esquemática de un isocortex. Distínganse los seis estratos que lo integran. El panorama mielínico (Mieloarquitectonía cortical) está representado a la izquierda. A la derecha está el panorama somático (Citoarquitectonía cortical) mostrando la afluencia de varios tipos de fibras; unas proceden (C) de la corteza cerebral vecina, otras (T) del tálamo. Nótese la emergencia de tres tipos de axón, desde las células piramidales grandes, medianas y pequeñas, respectivamente.

te se integrarán los factores simultáneos en una imagen, sino también factores de imágenes sucesivas relativamente próximas en el tiempo.

El ISOCORTEX es capaz de realizar la integración de los factores simultáneos y sucesivos de las distintas imágenes. Para ello se dispone en gran extensión, distinguiéndose (como ya se indicó en el cap. 41) (fig. 197) un isocortex superior o dorsal (Iso X) y uno inferior o basal (Iso Y), así como otro, intermedio o insular (Ins). La organización del isocortex obedece a un patrón común a base de capas de células llegadas allí por emigraciones sucesivas durante el desarrollo embrionario. Distinguimos una *primera capa* o *molecular* (mol I) (fig. 221) cuyos axones y dendritas forman madejas irregulares por donde la corriente que llega allí se entretiene y difunde al tener que caminar por vueltas que constituyen circuitos apretados. Bajo ella existe una nueva capa llamada *granular* (gran IV), cuyos axones y dendritas también disponen circuitos, pero más amplios y definidos que la primera capa, con la que se conectan, y de tal manera, que la corriente que llega a la capa granular tiene que hacerlo en más cantidad y potencial para poder adaptarse a estos circuitos mayores, hasta difundirse por la capa molecular. Bajo estas capas encontramos una última, la llamada *polimor-*

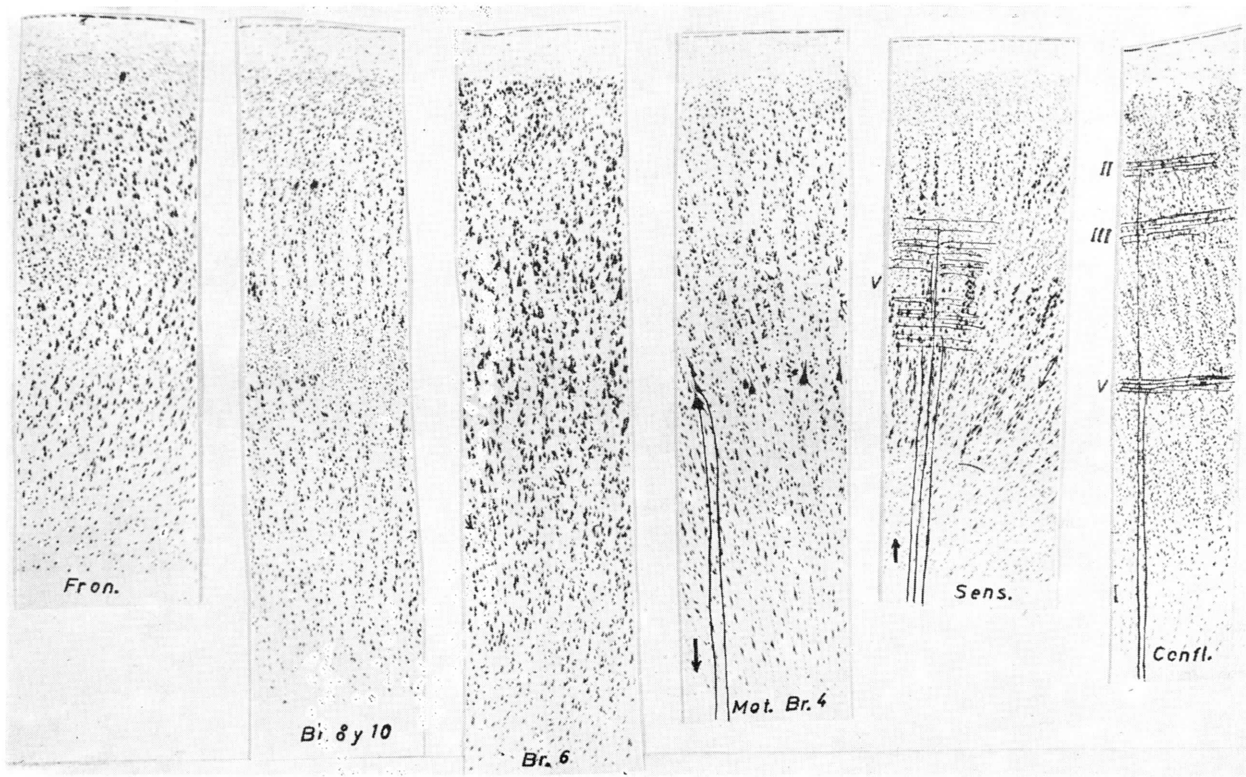


FIG. 222 FIG. 223 FIG. 224 FIG. 225 FIG. 226 FIG. 227

FIGS. 222, 223, 224, 225, 226 y 227. — Nótese (figura 225) células gigantopiramidales motoras en la capa quinta, lo que da al conjunto cortical el nombre de isocortex gigantopiramidal. Nótese (figs. 226 y 227) el aspecto granular abundante propio del isocortex sensible, debiendo de completar (figura 226) la concentración de fibras talámicas que llegan, distribuidas por la capa quinta. Las áreas motoras asociativas que corresponden concretamente al área 6 de BRODMANN (fig. 224) muestran un predominio de células piramidales medianas, distribuidas por casi todas las capas corticales. En la corteza frontal (figs. 222 y 223) el dominio granular es bien patente y recuerda al isocortex sensible.

fa (poli VI), cuyas células, más grandes e irregulares, poseen proporcionados dendritas y axones, también dispuestos en madeja, y circuitos más amplios que los de las capas precedentes, conectables con la capa granular; así, el potencial que llegue a la capa polimorfa tendrá que ser en mayor grado, para poder adaptarse a tales circuitos y difundirse por los de la capa granular y molecular sucesivamente hacia la superficie. La corriente que ha de llegar a estas capas, procede en primer término de los sentidos, realizándose por lo tanto por un axón



FIG. 228. — Isocortex sensible visual, correspondiendo a la izquierda con el polo occipital (Pol) y a la derecha con la zona esplénica del cuerpo calloso (Esp). La parte polar (Pol) recibe la sensibilidad de la visión central canalizada por un gran manojo de axones que, procedentes del cuerpo geniculado (G) situado a distancia, se desparraman por la capa quinta (V). La parte esplénica (Esp) recibe la visión periférica, debiendo notar que en su capa quinta quedan ya pocas fibras axónicas; en cambio, dominan las células piramidales, dispuestas a lanzar impulsos a distancia, hasta los tectos visuales (Tec), para establecer reflejos que conviertan la visión periférica en visión central (ver capítulo 61)

(T) que viene directamente del tálamo y que se ramifica, constituyendo una nueva capa (V), dando así abundante flujo, lo mismo a los circuitos de la capa polimorfa que a los de la granular. Tenemos otros axones (C) que llegan, que no proceden del tálamo, sino de zonas contiguas de la corteza y se suelen difuminar entre la segunda y cuarta capas, trayendo por lo tanto menos potencial. En estas condiciones, el potencial que viene por unos axones o por otros, se descarga en diversos puntos de la corteza; en estos puntos se entretiene difundiéndose y así da tiempo a asociarse con otro potencial que no sea simultáneo. Igualmente, se puede asociar un potencial con otro, que se hayan recibido en zonas bastante separadas espacialmente, pues ello depende de la capacidad de difusión de la corriente. Así, dos corrientes que difundiéndose llegan a encontrarse, podrán sumarse, pero quizá sin alcanzar fuerza efectora suficiente; sin embargo, lo pueden conseguir al integrarse a otras nuevas corrientes que pudieran coincidir allí. En este mismo proceso integrador se basan los automáticos electrónicos basados en la mecánica cibernética.

La corriente acumulada en el isocortex y distribuida en distintos puntos del mismo y en muy distinta extensión, tiene en último término que ser proyectada fuera del territorio donde se encuentra, lo que se consigue si hay potencial suficiente para estimular unas nuevas células de forma piramidal allí existentes, estratégicamente situadas, capaces de lanzar esa corriente a distancia. Existen *células piramidales grandes* que se encuentran en la *capa quinta* (V), que proyectan la corriente muy lejos como impulso motor; también existen *células piramidales medianas* y *células piramidales pequeñas* que corresponden, respectivamente, a las *capas tercera* (III) y *segunda* (II), proyectando la corriente a una corteza cerebral contigua especializada en procesos asociativos.

Cuando el isocortex no sigue recibiendo corriente de los sentidos, queda un remanente sin fuerza para lanzarse en proyección fuera del territorio; por lo tanto, per-

manece circulando estrechamente por las zonas donde se encuentra, alimentado simplemente por el impulso de las células granulares, moleculares y polimorfas, cuyas descargas se hacen isócronas para ayudarse entre sí, expresando un ritmo de 10 ciclos o ritmo de reposo cortical (fig. 231). Cuando se recibe flujo de los sentidos, entonces el potencial de la corteza sube, y pueden realizarse algunas proyecciones desde las células piramidales pequeñas y medianas, lo que hace subir el ritmo de descarga a más de 10 ciclos. Si el potencial se ha acumulado en cantidad suficiente, pueden estimularse las células piramidales grandes y se proyectan a bastante distancia con el ritmo de descarga que las corresponde, considerado en 20 ciclos, pero al descargarse se desincroniza el ritmo en el registro. De aquí que el ritmo llamado sincronizado sea alrededor de unos 10 ciclos y se registra en la corteza cerebral en reposo (sin recibir flujo de los sentidos) (fig. 231). El ritmo llamado desincronizado, en cambio, es irregular, contándose habitualmente hasta 20 ciclos, y es propio de la corteza en actividad, pues posee potencial suficiente para proyectarse a distancias apreciables.

El isocortex se especializa en determinados procesos. Así, existen isocortex destinados a recibir la sensibilidad de los sentidos, llamándose ISOCORTEX SENSORIALES, caracterizados en que la capa quinta (V) (fig. 226) es considerable, por la enorme aferencia de axones talámicos que traen sensibilidad de los sentidos. En consecuencia, no puede haber células piramidales gigantes, pero sí el resto de las capas, sobre todo la granular y polimorfa, que van a integrar los componentes sensoriales primarios. Existen ISOCORTEX MULTISENSORIALES que reciben asociaciones de varios isocortex sensoriales, mostrando un aspecto parecido a los anteriores, pero los axones llegados a la capa quinta (fig. 227) están muy reducidos, dominando en cambio los axones que llegan a la segunda (II) y tercera capa (III). Existen, en fin, ISOCORTEX especializados EN IMPULSO MOTOR (fig. 224), cuyo dominio es de células piramidales gigantes, de la capa quinta (V) (fig. 225).

La capacidad de integración tan manifiesta de la corteza cerebral la ofrecen en menor proporción otros centros nerviosos de bastante desarrollo. Tal es el caso de la corteza cerebelosa (fig. 229), donde la corriente llega por los axones musgosos (Musg), que son los haces cerebelosos dorsal y ventral, hasta la capa de los gránulos (III), y de aquí, mediante el axón en «T» de estos gránulos, llegan a la primera capa o molecular (I), desde donde las arborizaciones de las células de Purkinje (II) recogen el potencial para lanzarlo a los núcleos cerebelosos centrales. Además, existen las llamadas células moleculares en cesta (MC), que recogen potencial de las arborizaciones de Purkinje y lo echan a los axones en «T»,

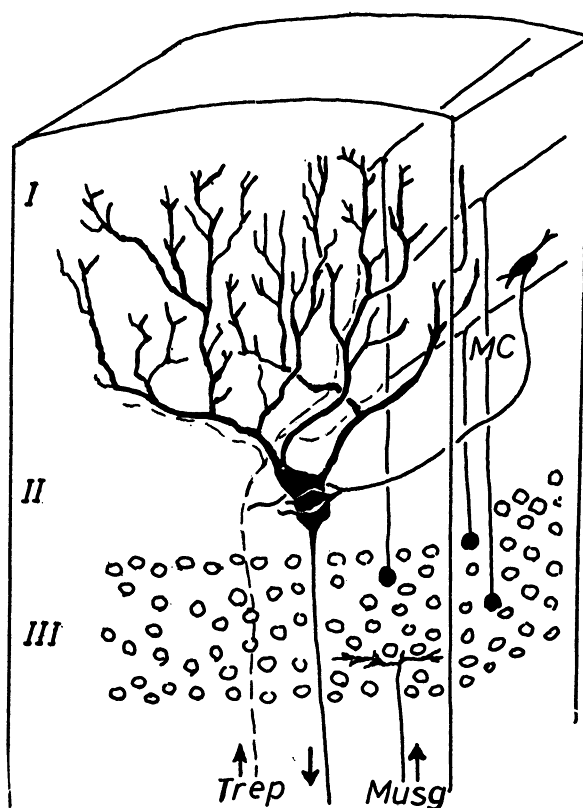


FIG. 229. — Organización de la corteza cerebelosa a base de tres estratos: (I) molecular, (II) células de PURKINJE y (III) granular. Las fibras trepadoras (Trap) son las pontocerebelosas; las musgosas (Musg) corresponden más bien a los haces cerebelosos dorsal y ventral.

con lo cual se establece un circuito que entretiene la corriente, y que contrasta con la que se difunde por la corteza cerebelosa, previamente al impulso que lancen las células de Purkinje. Esta circunstancia de entretenimiento y de difusión permite que la corteza cerebelosa tenga también propiedades integradoras.

Toda corriente nerviosa procede de un receptor. Si este receptor lo referimos a un sentido, veremos que el potencial que este receptor acumula, lo hace merced a la acetilcolina que lo impregna. Este potencial se descarga cuando rebase un cierto nivel de acumulación, haciéndolo en trenes de descargas sucesivas. Los receptores cutáneos vienen a descargarse con una frecuencia de más de 100 ciclos. Los receptores auditivos del órgano de Corti lo hacen con una frecuencia entre 16 y 16.000, según el tono. Los receptores visuales lo hacen con una frecuencia mayor. La corriente en estas condiciones sigue con ese ritmo a lo largo del conductor axónico hasta la primera sinapsis, quedando aquí detenida y aumentando su potencial, por lo tanto; todo, merced a la acetilcolina, que impregna dicha sinapsis. Cuando el potencial aquí rebasa un cierto nivel, entonces la corriente es capaz de pasar al soma neuronal (fig. 230) y puede seguir a lo largo del axón; pero no en una sola descarga, sino en una sucesión de descargas, cuyo ritmo está supeditado a la disposición de los grumos de Nissl, que posee su protoplasma. Si estos grumos son voluminosos, como corresponde a una gran neurona, entonces se establece un ritmo de 20 ciclos en las descargas. Si se trata de pequeñas neuronas, entonces el ritmo es de 10 ciclos. Si los grumos de Nissl no están todavía formados, entonces la neurona está inmadura; su ritmo es de menos frecuencia. Se trata entonces de un ritmo de inmadurez cerebral, relacionable con los déficits mentales [1].

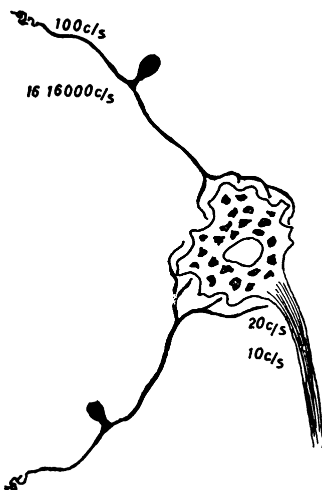


FIG. 230

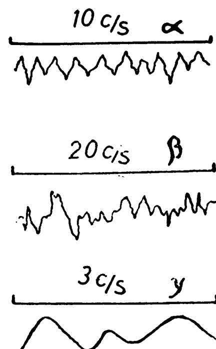


FIG. 231

[1] El camino de la *corriente nerviosa por las estructuras de la corteza* constituyeron la idea directriz de CAJAL (1900, 1909, 1913). La mielinización progresiva de los haces eferentes y aferentes en la corteza (FLECHSIG, 1876) es hoy relacionada con sus circunstancias de actividad. El análisis de la actividad bioeléctrica desde los mismos receptores y su aferencia en los centros nerviosos sensibles (ADRIÁN, 1929), su almacenamiento en la corteza y sus descargas de actividad EEG (KORNMÜLLER, 1947), así como la aplicación de la *cibernética* a la dinámica cortical como proceso de integración de informes que capacita respuestas (MCCULLOCH, 1943), decidieron a muchos autores a precisar el estudio del camino de la corriente por las estructuras de la corteza.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Substrato de informes sensoriales ponderables. *Isocortex*. Factores sensoriales ponderables e imponderables. Cibernética. Organización del isocortex. Capas isocorticales de integración. Capas isocorticales de sensibilidades aferentes. Capas isocorticales para impulsos eferentes. Isocortex motores y piramidales. Isocortex sensibles o coniocortex. Isocortex integradores o granulares. Integración en la corteza cerebelosa. Corriente nerviosa. Actividad bioeléctrica. Frecuencia de descargas.

CAPÍTULO 45

ORGANIZACIÓN DEL ISOCORTEX EN ORDEN A SU MADURACIÓN = ÁREAS DE BRODMANN

Los numerosos informes que, como sensibilidades, llegan al isocortex, se acumulan en cantidad tal que hacen necesaria una gran superficie de corteza, obligada a replegarse para poderse acomodar al espacio disponible. El crecimiento del isocortex rebasa la ínsula (Ins) (fig. 233) y la deja enterrada bajo una cisura que entonces se forma, llamada cisura de Silvio. La mayor intensidad de crecimiento se realiza con arreglo al eje longitudinal craneoencefálico, lo que determina la formación de varios repliegues o arrugas normales a dicho eje. Así, la visión lateral del hemisferio acusa la llamada cisura de Rolando (RO) (figura 233) y el primer surco temporal (1.ª T), que se continúa con la llamada cisura perpendicular externa (Per E) por intermedio del llamado pliegue curvo (Cur). Por la cara medial del hemisferio (fig. 232) encontramos igualmente cisuras como arrugas de crecimiento, a saber: la frontal interna (FI) y la perpendicular interna (Per I), debiendo notar que la cisura perpendicular externa e interna son continuación, mientras que la frontal interna va a acabar detrás de la cisura de Rolando (RO). El aspecto indicado corresponde al hemisferio de un feto *terminado el primer tercio del embarazo.* De aquí en adelante, el hemisferio va a acusar signos de maduración funcional y del substrato, expresados en la aparición de los grumos de Nissl, en signos de actividad bioeléctrica del isocortex y en las manifestaciones vitales que le acompañan.

MADURACIÓN CRONOLÓGICA DEL ISOCORTEX. Brodmann demostró la maduración de la corteza cerebral en un orden cronológico, distinguiendo áreas que sucesivamente empiezan a madurar en la parte más central del hemisferio y, por lo tanto, a un lado y al otro de la cisura de Rolando (Ro) (fig. 233).

En el *segundo tercio del embarazo* maduran las áreas 1, 2 y 3 de Brodmann (fig. 233), situadas detrás de la cisura de Rolando y también el área 4, situada delante. Las áreas 1, 2 y 3 pueden, desde entonces, ir recogiendo sensibilidades táctiles procedentes del contacto del feto con el claustro materno, cosa posible, pues las vías táctiles están maduras ya hasta las áreas corticales aludidas. Al mismo tiempo, el estímulo de la pared del vientre de la embarazada determina movimientos convulsivos del feto, lanzados desde el área 4, ya madura.

En el *tercer tercio del embarazo* maduran las áreas situadas sucesivamente a continuación, por detrás y por delante de la cisura de Rolando, como son las áreas 5, 6 y 7. Las áreas 5 y 7 recogen las sensibilidades táctiles que habían llegado a las áreas 1, 2 y 3, y amplían el terreno para

posibilitar la formación de imágenes a expensas de las sensibilidades indicadas. Al mismo tiempo, el estímulo de la pared del vientre materno sigue desencadenando movimientos del feto, pero ahora van perdiendo el carácter convulsivo y se hacen más regulados, pues se manifiesta pataleo, manoteo y cabeceo combinado, como intentando cambios de posición; todo achacable a los impulsos que ya parten del área 6, de movimientos coordinados, impulsos que son comunicados al área 4, que es la que siempre lanza las vías de proyección.

En el *momento del nacimiento* maduran funcionalmente nuevas áreas, cargándose de actividad bioeléctrica casi repentinamente. Se trata de las áreas 8, 9, 10 y 11 de Brodmann, vistas por la parte lateral del hemisferio (fig. 233), así como las áreas 12, 13 y 14, que se continúan por la cara medial del hemisferio (fig. 232), notando que la 14 está inmediatamente delante y en contacto del allocortex diagonal (Diag). La irrupción de actividad bioeléctrica en estas áreas coincide con el momento en que el niño expresa signos de vitalidad. Se trata de esa primera vivencia, manifiesta con lloro, pataleo y, sobre todo, movimientos respiratorios. Ello es debido a la repentina subida de tasa carbónica en el recién nacido, al cesar su circulación umbilical. La tasa carbónica produce potencial bioeléctrico en todas las formaciones reticulares del sistema nervioso y, sobre todo, en la substancia reticular difusa (fig. 197, cap. 41) (SRt Df) que está bajo el isocortex frontal, pues esta substancia, muy abundante, está conectada y continuada con la formación reticular que deriva del diencéfalo, precisamente a nivel de aquella zona de encrucijada striodiagonal. La primera vivencia, pues, es de ansia respiratoria sobre esta vivencia ha de superponerse cualquier sensibilidad o imagen que recibe el individuo, y sólo así podrá vivirse. Por eso, todo lo táctil de las áreas 5 y 7, imágenes o no, podrán vivirse si se conectan y superponen con las vivencias ya existentes en las áreas indicadas desde la 8 a la 14.

En *los primeros 6 meses de vida postnatal* van madurando nuevas áreas de sensibilidad y de formación de imagen, como son: el área 17, que, previo un crecimiento cortical que dio lugar aquí a la cisura calcarina (Cal) (fig. 232), empieza a recibir sensibilidades visuales. El área 18, que alrededor de la 17 madura para integrar las sensibilidades visuales del área 17 en imágenes visuales. El área 19, que amplía más el espacio para estas imágenes visuales y llega a superponerse un tanto con el área 7 de imágenes táctiles, con lo cual se establece combinación visual-táctil, llegándose así a la imagen del espacio y, por lo tanto, a la referencia de posición del in-

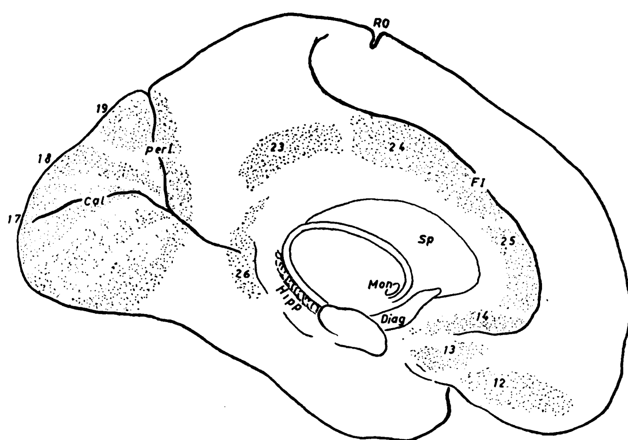


FIG. 232

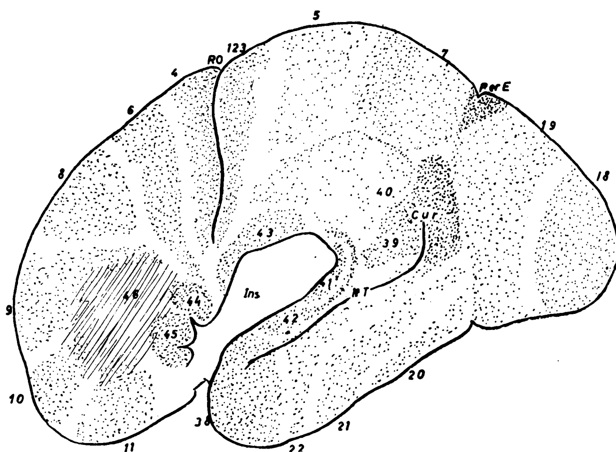


FIG. 233

FIGS. 232 y 233. — Áreas de BRODMANN mostrando su maduración cronológicamente desarrollada en la cara externa (fig. 233) y en la cara interna (fig. 232) del hemisferio.

dividuo respecto del espacio donde se encuentra.

En la *segunda mitad del primer año* aumentan las áreas de maduración de Brodmann, distinguiendo la 20, 21 y 22 (fig. 233), situadas a continuación de la visual y ascendiendo sucesivamente hasta la primera cisura temporal (1.ª T) (figura 232). Esto constituye un enorme espacio para el acúmulo de imágenes visuales, así como las combinadas táctil-visuales o espaciales ya indicadas. Ello obliga a una ordenación de los procesos cronológicamente, de tal manera que una imagen visual o espacial quedará eslabonada con otra de características análogas que venga después y así sucesivamente. Imágenes de este tipo integran la imagen visual espacial cinemática. Todas las imágenes indicadas podrán llegar a vivirse si la actividad bioeléctrica que expresan es proyectada y combinada con la actividad bioeléctrica del área de las vivencias. Caso contrario, la imagen no deberá adquirir carácter vivencial y permanecer acumulada, en tanto su potencial no sea suficiente para realizar la combinación vivencial aludida.

Antes de finalizarse el primer año, considera Brodmann la maduración de las áreas 23 y 24 de sensibilidad olfativa no aperitiva (aromática-irritante). Viene la maduración del área 25 coincidiendo con una sobrecarga vivencial de todas las áreas del polo frontal, lo que determina a que las vivencias sobrecargadas puedan drenar hacia este área 25. En la actualidad se sabe que los procesos que llegan aquí dejan de ser vivencias y quedan huellas parecidas a recuerdos, resultando algunos de ellos complejos psicológicos más adelante.

Ya entrado *el segundo año*, madura el llamado área 38 y sirve para que las imágenes cinemáticas de las áreas 20, 21 y 22 envíen aquí el flujo y se establezca desde dicha área 38 un impulso motor rítmico en relación con imágenes cinemáticas. Bueno es advertir que al área 22, cerca de la cisura primera temporal (1.ª T), empiezan a llegar los primeros indicios auditivos, consistentes en ruidos indistintos que sólo tienen significado en cuanto al ritmo de sucesión pero no en cuanto a otra cualidad de sonido, pues todavía no se recibe. Casi al mismo tiempo madura el área 39 y 40 de Brodmann, justamente en el pliegue curvo (Cur) (fig. 233), coincidiendo con que las imágenes cinemáticas van adquiriendo mayor preponderancia, mayor asociación y, por lo tanto, un carácter dinámico inteligente que impulsa a nuevas asociaciones. Estas nuevas asociaciones se consiguen al madurar el área 41 de Brodmann, que recoge los matices sonoros en todas sus cualidades de intensidad y tono, así como el área 42, que es capaz de combinar estas cualidades sonoras para reproducir la imagen recibida, bien musical (hacia la parte anterior del área 42, superponiéndose al área 38, que es rítmica), o bien la imagen sonora del lenguaje (hacia la parte posterior del área 42), uniéndose con el área 40 y 39 y formando inclusive el área 43, donde las imágenes, al adquirir el matiz verbal, tienen todo el carácter inteligente que puede considerarse.

Casi al mismo tiempo se nota la maduración del área 44 y 45, donde se integran los impulsos que han de producir los sonidos, las sílabas, las palabras y las frases, para lo cual el impulso de estas áreas está obligado a actuar en el área 4, único hilo de proyección motora para la fonación y articulación del lenguaje.

Terminado el segundo año nota Brodmann la maduración del área 46. Hoy día esta maduración se aprecia electroencefalográficamente aquí, al acusarse los signos bioeléctricos con gran intensidad. Notemos que este área es una verdadera encrucijada de áreas vivenciales, lo que coincide con que entonces acontece, una combinación de vivencias que avanzando la edad del individuo, ha de expresarse en un raciocinio en desarrollo [1].

---

[1] La cronología de *maduración de la corteza cerebral*, según la *citoarquitectonía* de BRODMANN (1909), en combinación con la cronología de la *mielinización* de sus distintas áreas (FLECHSIG, 1876), indujeron a KORNMÜLLER (1932) a estudiar la *maduración electroencefalográfica* de las mismas, en-

contrando cierto paralelo. De esta suerte, la maduración relaciona la citoarquitectonía, la mieloarquitectonía y la actividad bioeléctrica. Ello explica el que las primeras áreas corticales que maduran en el feto sean centros rectores de los movimientos que entonces se expresan en el claustro materno (BANCKROF, 1939). Este concepto objetivo de maduración se pretende relacionar en paralelo con el desarrollo psíquico. Para ello se han precisado también áreas de BRODMANN en los animales de experimentación (KAPPERS, 1932). Quizá los campos de BRODMANN en el gato (GUREWITZ) y en el macacus rhesus (BONIN, 1947) sean las mejores bases de contribución. A la cronología de maduración de la corteza, así como de otros centros encefálicos, se aporta hoy analizando la apetencia por el luxol-fast-blue de las neuronas durante el desarrollo pre y postnatal (SMITH-AGREDA, J., y FERNÁNDEZ-ORTEGA, 1967, 1969 a, 1969 b, 1970 a, 1970 b).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Organización del isocortex en orden a su maduración. Áreas de Brodmann. Período prenatal, natal y postnatal. Topografía.

CAPÍTULO 46

ISOCORTEX MOTOR

El ISOCORTEX MOTOR es la zona cortical que emite impulsos, proyectados a distancia, llegando a los centros neuromusculares del neuroeje y terminando en la placa motriz de la miofibrilla, para producir movimiento muscular. Existen áreas de Brodmann que emiten esta clase de impulsos: unas son áreas motoras principales o *piramidales*, donde estos impulsos son voluntarios y podrán llegar a adquirir el máximo matiz de inteligencia; otras áreas son *motoras accesorias* y emitirán impulsos de menos categoría; hay zonas, en fin, que son de simple referencia motora, pero no tienen categoría de isocortex, siendo en muchos casos centros inferiores, pero expresando una discreta topografía para el movimiento.

Entre las *áreas motoras principales* o *piramidales* está el área 4 (fig. 235), que empieza a funcionar en el segundo tercio del embarazo y es capaz de emitir impulsos a todos los músculos del cuerpo. Dichos impulsos, aquí originados, no tienen coordinación y se expresan groseramente. En el último tercio del embarazo, ya empieza a actuar el área 6 de Brodmann, capaz de elaborar impulsos coordinados lográndose esta coordinación al actuar sobre el área 4, que es siempre la que proyecta el impulso a distancia. Sobre el área 6 actúa el conjunto vivencial en desarrollo representado en el área 46. Según la organización vivencial de esta última área, así será la actuación sobre las áreas motoras indicadas.

Entre las *áreas motoras accesorias* está el área 38 (fig. 235) de Brodmann llamada área del *impulso rítmico*, que empieza a funcionar cuando están ya organizadas las áreas contiguas 20, 21 y 22, capaces de integrar, en sucesión cronológica, imágenes visuales y espaciales en relación con un ritmo ruidoso que se puede recoger en el mismo área 22. Estas imágenes en sucesión son cinemáticas y evocan la expresión de un ritmo motor a partir del área 38. Esto es observable ya en el niño que, al andar, por ejemplo, puede establecer un ritmo de marcha militar al unísono de un ritmo ruidoso.

Áreas de referencia motora corresponden al *allocortex diagonal*, por ejemplo (Diag) (fig. 234), ya estudiado en el capítulo 41.

Los impulsos lanzados desde el área 4, llamados piramidales o voluntarios (Pir) (figs. 234 y 237), siguen a lo largo del neuroeje, pero antes derivan paralelamente hacia el *putamen* (Put), consiguiendo así que éste integre impulsos que envía por el haz central de la calota y que refuerce la acción piramidal. Se trata de los llamados *impulsos de acometividad*, que expresan una fuerza que da vigor al impulso voluntario y

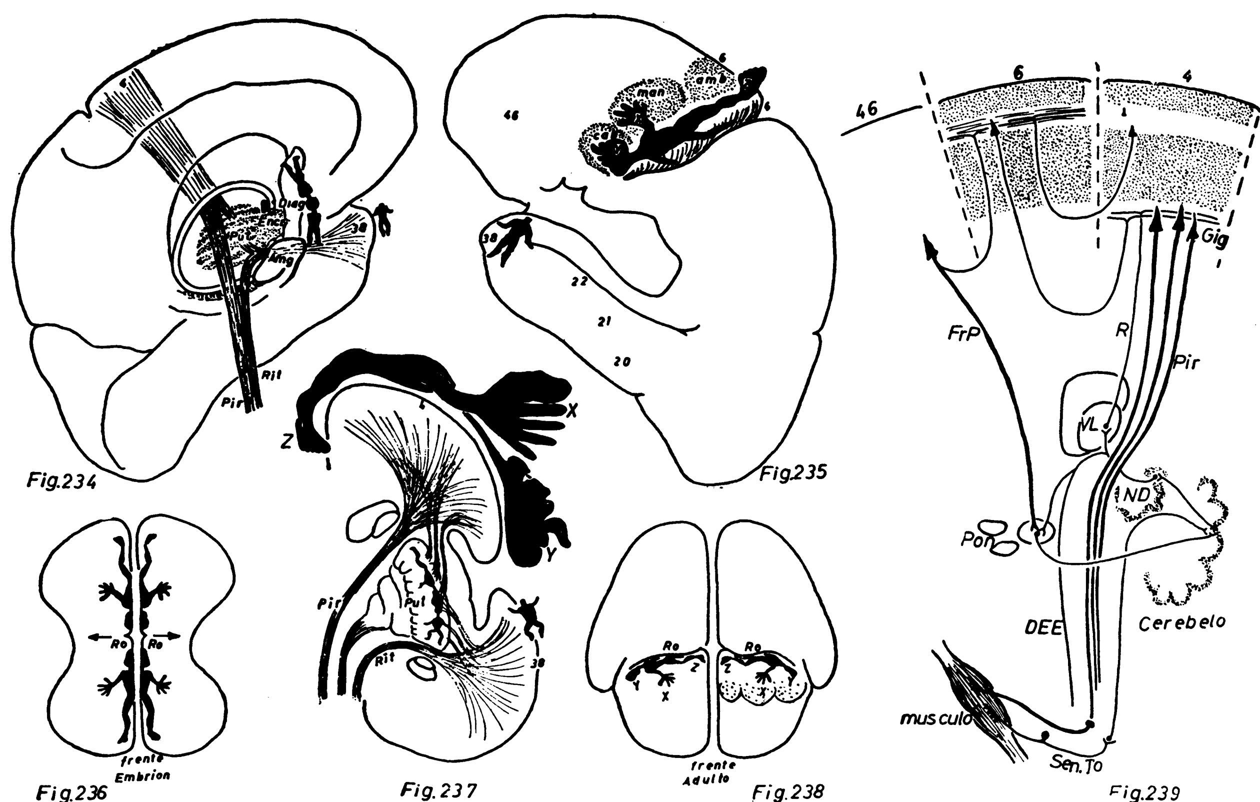
---

[1] BUCY (1944), A'LEARY (1944).

que no debe confundirse con los impulsos de *agresividad*, de carácter instintivo, que también van por el haz de la calota, pero que parten de la *encrucijada striodiagonal* (Encr), ya conocida.

Los impulsos lanzados desde el área 38 o área rítmica forman un largo haz descendente que podría llamarse del ritmo (figura 237) y que también deriva al putamen (Put), pero a su parte más baja, para que éste integre desde aquí otro impulso de acometividad que refuerce el ritmo y que irá también por el haz central de la calota.

La topografía muscular del *área 4* puede llegarse a comprender si consideramos un telencéfalo dentro del primer tercio del embarazo, donde se nota ligeramente la cisura de Rolando (Ro) (fig. 236), iniciada en cada hemisferio. Delante de esta cisura de Rolando tenemos topografías motoras; detrás de ellas las topografías sensibles; todas ellas con arreglo a un *homúnculo motor* delante y sensitivo detrás, cuyas cabezas se tocan a nivel del esbozo de la ranura de Rolando (Ro). Estos homúnculos están divididos sagitalmente y su mitad derecha corresponde



FIGS. 234, 235, 236, 237, 238 y 239. — Isocortex motor mostrando (fig. 234) su proyección piramidal. En la corteza (fig. 235) está desarrollada su topografía con arreglo a un homúnculo (en negro) relacionable con homúnculos de otras áreas. Demostración muy esquemática (fig. 236) (dentro del segundo tercio del embarazo) del desarrollo del homúnculo motor (parte frontal del embrión) y del homúnculo sensitivo (detrás), así como la separación de ambos homúnculos por un esbozo inicial de la cisura de Rolando. Fig. 236: Las topografías corticales están relacionadas mutuamente con sus proyecciones. Fig. 237: Se comparan las áreas motoras del lado derecho e izquierdo. Fig. 239: Se expresa el camino de la corriente impulsada desde las células gigantes piramidales del área motora principal hasta el músculo. Nótese la recuperación de dicha corriente por los receptores espirales que recogen la sensibilidad del tono muscular (Sen To). Esta sensibilidad, tras distintas estaciones que integran un informe postural, resultan corrientes prácticamente devueltas a la corteza cerebral. Nótese que el área 46 también envía impulsos que interfieren en este sistema motor.

a la mitad izquierda del cuerpo y viceversa. Cuando el telencéfalo continúa su desarrollo en la segunda mitad del embarazo, entonces la cisura de Rolando (Ro) se acusa más y se desplaza hacia afuera (flecha). En consecuencia, el homúnculo se ve cada vez más desgajado en sus dos mitades sagitales y cada mitad es absorbida y desplazada con la cisura de Rolando en su progresión lateral (fig. 238). Este desplazamiento es seguido fácilmente por las partes más laterales del homúnculo, mientras que las partes más mediales del homúnculo son las que realmente tienen que desgajarse. Resulta al fin que el área 4, en situación definitiva, ofrece el homúnculo con la cabeza hacia afuera y debajo, mientras que las extremidades inferiores están hacia adentro y arriba, rebasando el pie la cara interna del hemisferio. Resulta también que las partes más distales del cuerpo son las más inteligentes, como las manos (X), la parte facial inferior (Y) y los pies (Z) (figs. 235 y 238) y emiten impulsos exclusivamente heterolaterales que la parte del tronco (la realmente desgajada) emite impulsos bilaterales; que el resto del cuerpo, en fin, fundamentalmente la raíz de las extremidades emiten impulsos masivamente heterolaterales, aunque homolaterales también, pero en pequeña cantidad. El *área 6* organiza sus impulsos coordinados, debiendo de considerar centros en este área que impulsan la extremidad superior para la manipulación (Man); centros que impulsan la extremidad inferior para la ambulación (Amb), y centros que impulsan el cuello para movimientos de cabeceo (Ca) apropiados en muchas circunstancias.

La topografía muscular puede notarse en las demás zonas motoras indicadas, pero con menos precisión. Así, en la zona del ritmo, área 38, el homúnculo existe de tal forma que la cabeza (que apenas tiene representación) ha de aproximarse en lo posible a la cabeza del homúnculo piramidal del área 4. En el allocortex diagonal (Diag) (figura 235), la topografía son dos homúnculos unidos por la cabeza, que corresponde a la parte diagonal media, notando que el homúnculo superior encaja con la parte ascendente de la cinta diagonal, donde se impulsan las actitudes de micción y de defecación, mientras que el homúnculo inferior encaja con la parte descendente de la cinta diagonal, donde se impulsan actitudes eróticas. Todos los homúnculos representados acercan sus cabezas hacia el valle de Silvio, mientras que por sus miembros inferiores divergen y se distancian de este valle. El putamen (Put) (fig. 237) sigue también esta regla, pues existe en él una discreta topografía de homúnculo doble, con cabeza común, ya que la mitad superior del putamen da acometividad a los impulsos piramidales, mientras que la parte inferior la da a los impulsos rítmicos, como vimos anteriormente. Debemos de apuntar también que la rítmica, impulsada desde el área 38 y que en la infancia ofrecen un cierto matiz de marcha militar, cuando se acerca al período puberal, el ritmo adquiere cierto matiz erótico, expresable como ritmo de baile, cosa relacionable con su contigüidad en el complejo amigdalino (Amg) (fig. 234). El impulso (Pir) lanzado desde el área piramidal 4 (fig. 239), por las células piramidales gigantes (Gig) de la capa quinta, hasta el músculo (músculo), es recuperado casi completamente a expensas de la actividad bioeléctrica que se recibe de la sensibilidad del tono muscular y de la postura adoptada en este movimiento piramidal. A estos efectos notemos que la sensibilidad de tono muscular (Sen To), recogido e integrado en la corteza cerebelosa (fig. 239), llega al núcleo dentado (ND) del mismo, de donde se lanza un impulso que, como ya se sabe, asciende al tálamo hasta el núcleo ventral lateral (VL), de donde, recambiado, se lanza nuevamente a la corteza del área 4 por axones que se distribuyen por su capa quinta. De esta manera se establece un circuito piramidal postural casi cerrado que recupera un buen caudal de actividad bioeléctrica.

El funcionamiento del área 4, ya hemos dicho que determina la formación de centros coordinados en el área 6, a base de células piramidales medianas que lanzan axones de una zona a otra. De esta forma, en

el área 6 se forman imágenes de movimientos coordinados que pueden ser de manipulación, ambulación o cabeceo, como ya fue indicado. Así, cuando desde el área 46 se emiten impulsos vivenciales, éstos irán más bien a la 6 que a la 4.

Notemos también que la corriente salida del núcleo dentado del cerebelo forma el haz dentoemboliforme-espinal (DEE), ya conocido, y sobre todo, derivando a los músculos pónticos (Pon), que a su vez revierten la corriente en la corteza cerebelosa. En los núcleos pónticos se establecen unas imágenes motoras automáticas parecidas a las imágenes motoras del área 6. Sobre los núcleos pónticos o sobre el área 6 puede actuar directamente el conocimiento desde el área 46 (fig. 239) mediante las llamadas fibras frontopónticas (Fr P).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Isocortex motor. Areas principales o piramidales. Areas accesorias o del ritmo. Refuerzos motores de acometividad. Referencias motoras a la agresión y al instinto. A la estática y postura. A los centros extrapiramidales.

CAPÍTULO 47

ISOCORTEX SENSORIALES, PONDERABLES MASIVOS

Son aquellos que reciben informe de los sentidos (tacto, vista y oído), cuyas sensibilidades integrantes pueden referirse a factores capaces de contarse y de medirse.

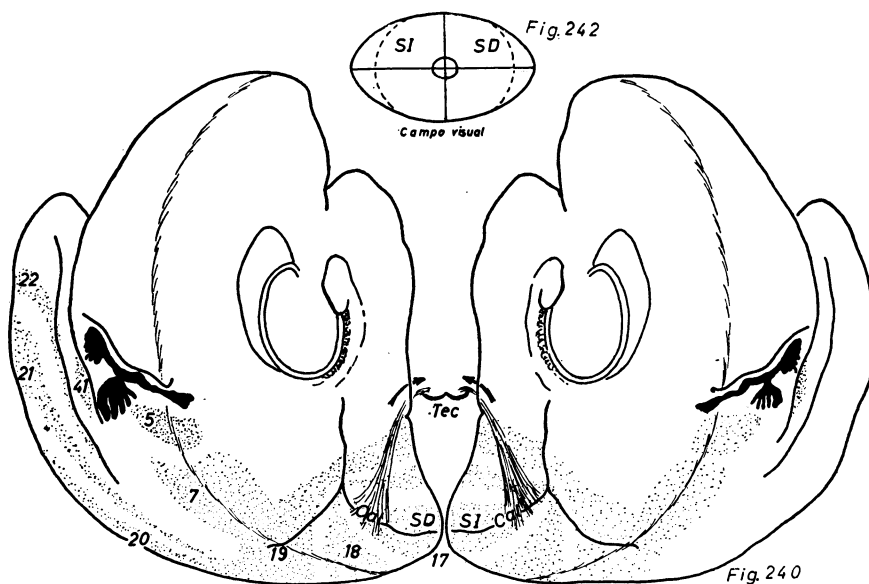
La *sensibilidad táctil* se empieza a recoger ya en el segundo tercio del embarazo en las áreas 1, 2 y 3, retrorrolándicas. La *sensibilidad visual* se empieza a recoger después del nacimiento en el área 17. La *sensibilidad auditiva* se empieza a recoger, como ruido indistinto en sucesión, en el área 22, dentro del primer año de vida extrauterina, pero la sensibilidad auditiva distinta, se recibe en el área 41, que madura bastante después. Para seguir la dinámica en el isocortex sensible se necesita representar el mapa de sus localizaciones, no solamente en la cara externa del hemisferio (fig. 241), sino a la vez también en su cara interna y en ambos hemisferios simultáneamente (fig. 240).

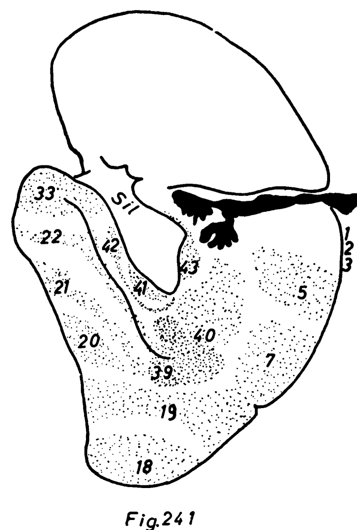
Isocortex táctil. — Las sensibilidades táctiles de un homúnculo (figs. 240 y 241), que (lo mismo que en el caso de las áreas piramidales, estudiadas en el capítulo precedente) dispone su cabeza hacia afuera, mientras que la extremidad inferior rebasa y pende por la cara interna, sobre todo a nivel del pie. Naturalmente, el área de la mano estará extraordinariamente desarrollada, sobre todo a nivel de los dedos, capaces de tocar, y en concreto, en el dedo pulgar, cosa que ocurrirá en la mano derecha, que es la más especializada, y por lo tanto en el homúnculo izquierdo (fig. 240). La sensibilidad táctil discriminativa y sus matices táctiles de profundidad, llegan exclusivamente al homúnculo heterolateral. La sensibilidad grosera llega bilateralmente (recuérdese el haz anterior ascendente de la médula, que acarrea esta sensibilidad y que es proyectado bilateralmente desde cada lado del cuerpo). Los distintos componentes de la sensibilidad táctil, recogidos por la mano, tanto de un lado como de los dos, que llegaron al territorio topográfico correspondiente y, por lo tanto, a las manos del homúnculo, se asocian formando una imagen estática táctil completa en el área 5. Por lo general, es el área 5 izquierda la que va recogiendo las imágenes táctiles y, por lo tanto, la corriente de la zona de la mano del homúnculo, tanto del izquierdo como del derecho. El área 5 izquierda, pues, puede considerarse como un punto de reunión de imágenes táctiles recogidas por ambas manos y, por lo tanto, capaces de identificarse con la imagen de un objeto en cuanto a la forma, tamaño y dureza de sus distintas partes, etc. Por eso, el área 5 es el área diagnóstica táctil. Cuando madura el área 7, se pueden reunir allí todos los componentes táctiles que recibe nuestro cuerpo en pie o en decúbito, así como la posición relativa de sus distintas partes; esto es, la imagen posicional.

Isocortex visual. — El campo visual (fig. 240) se recoge en la cisura calcarina (Cal) cuando madura el área 17, de tal forma que la visión central del campo pasa

a la parte más posterior de la cisura calcarina, mientras que la visión periférica se recibe en la parte más anterior de dicha cisura. Los cuatro cuadrantes en que se divide el campo visual pasan, con arreglo a la inversión de imágenes reales, a los cuadrantes opuestos de las cisuras calcarinas. A este propósito, comparemos las fotografías del cuadrante superior derecho (SD) y del superior izquierdo (SI), en el campo visual y en la cisura calcarina (fig. 242). En el margen del campo visual, los objetos tienen menos fuerza estimulante que en el centro del campo, pero cualquier objeto del margen del campo puede llegar a estimular, si es suficientemente luminoso y movible; pero entonces esta sensibilidad, recogida en la parte correspondiente de la cisura calcarina (que naturalmente debe ser la más anterior) lanzará corrientes hasta los tubérculos cuadrigéminos superiores (Tec) (fig. 240) y éstos organizarán el aprestamiento apropiado para dirigir la mirada hacia la zona marginal que excita, convirtiendo así automáticamente aquella visión periférica del objeto de interés, en visión central. Al madurar el área 18 las distintas sensibilidades visuales recogidas dentro de un determinado período de tiempo, pueden unificarse en esta nueva área, constituyendo una imagen visual estática; imagen visual que si posee todos los componentes para el espacio pasará más bien al área 19 y constituirá una imagen espacial. Notemos a este propósito que el área 19 se superpone a la 7, con lo cual la imagen posicional del tacto se une automáticamente a la espacial visual y forma una imagen estereognóstica completa.

Isocortex auditivo. — El área de entrada de las sensibilidades auditivas distintas, es el área 41; pero ésta tarda en madurar, haciéndolo antes el área 22, capaz de recoger componentes indistintos para formar una imagen de ruido, donde la sucesión de ritmo es el único factor. El ruido en sucesión ofrece la imagen del tiempo, o base para asociar en el tiempo las distintas imágenes táctiles y visuales que con sus matices espaciales, posicionales, etc., se han ido recibiendo, como hemos indicado. Ello se va a conseguir en el área 20 y 21. Por lo tanto, aquí se asocian las distintas imágenes estáticas en sucesión cronológica y, por lo tanto, se obtiene una imagen resultante o central, una periférica y una residual totalmente al margen. (El estudio deberá de completarse a propósito de la vía visual en el capítulo 61).





FIGS. 240, 241 y 242. — Isocortex sensorial, con capacidad ponderable masiva. Nótese el mapa del isocortex táctil, visual y auditivo, así como el campo visual; este último dispuesto en una zona

imagen cinemática de sucesión tactilvisual. Estas imágenes cinemáticas se considera que pueden existir en casi todos los mamíferos cuya corteza cerebral es suficiente, y deban estar bastante acusadas en los simios donde el dispositivo cortical tiene tanto parecido con el caso del hombre. Sin embargo, sólo en éste, por la disposición de su corteza, puede darse una sucesión tan amplia de imágenes cinemáticas que llevan a una imagen resultante capaz de abstraerse; es una imagen-concepto o imagen dinámica o, también, imagen ideatoria del proceso. Esto es: se puede recibir la imagen cinemática, y si ésta es muy prolongada llevará al concepto de que, por ejemplo, el individuo se acerca, se aleja, se sienta, etc. Esta amplitud de áreas que capacita la imagen dinámica o conceptual la posee el hombre en relación con la existencia del pliegue curvo donde estas imágenes se localizan.

Cuando, hacia el año, madura el área 41 (fig. 241), se recogen todos los componentes auditivos, de intensidad, tono y timbre. Si estos componentes ofrecen un matiz musical por la armonía de sus tonos, entonces se integran en la parte más anterior del área 42 o de las imágenes musicales, relacionada con el área del ritmo motor (38). Si estos componentes, en cambio, ofrecen un matiz de lenguaje, entonces, desde el área 41 pasan a integrarse a la parte posterior del área 42, donde se recogen la imagen del lenguaje, o sea, la palabra oída, que debe de asociarse en seguida con la imagen dinámica o conceptual que le corresponde del área 39 y 40. Por lo tanto, en esta encrucijada la imagen dinámica se superpone a la imagen auditiva verbal y resulta un conjunto más perfecto o imagen inteligente.

Por último, en estas circunstancias, la imagen visual de una escritura, correspondiente al área 19 o al área 7, se puede asociar a la imagen inteligente y entonces se constituye en el área 43 llamada imagen intelectiva, que tiene un componente abstracto de concepto por su procedencia del área 39 y 40, un componente auditivo verbal por su relación con el área 42 y el componente visual-táctil de escritura, lo que coincide todo en el área 43.

Vemos, pues, que las distintas sensibilidades ponderables que, procedentes de los sentidos, se recogen en uno y otro hemisferio, tienden a asociarse en imágenes que, conforme se van complicando, se van haciendo unilaterales, sobre todo hacia el hemisferio izquierdo. Para ello es necesario tener en cuenta que hay abundantísimas conexiones interhemisféricas, todavía sin estudiar. Las imágenes, cada vez más perfectas, van tomando matices cinemáticos de sucesión, dinámicos de concepto, inteligentes de lenguaje, intelectivas de escritura, etc., cada vez más unilateralizadas. La lesión de las áreas corticales simples o puntos de entrada de las sensibilidades sensoriales, determina indefectiblemente un déficit localizado y además permanente. La lesión de las áreas de imágenes combinadas lleva a un déficit abstracto y temporal, recuperable por reeducación en tanto que las imágenes combinadas puedan volver a formarse en zonas corticales sanas al cabo del tiempo[1].

---

[1] La proyección hacia la corteza de las *radiaciones sensibles* procedentes del tálamo fue demostrada por primera vez con el método de la degeneración walleriana por POLYAK (1932). La integración de las sensibilidades por los núcleos ventrales y dorsales del tálamo en su proyección a la corteza, fue estudiada por JASPER (1952). DUSSER DE BARENNE (1938) estudia tal integración en distintos tipos de corteza sensible con un criterio cibernético. En concreto, BREMER (1939) estudia el camino de estímulos acústicos en relación con la citoarquitectonía cortical. LIDDELL (1941) analiza este fenómeno fisiológico de camino de corriente, en un paralelo con el fenómeno psicológico que le puede corresponder. GONZALO, por último (1945), al estudiar el trastorno psicológico por una deficiencia de informes en la corteza lesionada (como ocurre, por ejemplo, en la incapacidad de precisar la posición del individuo cuando hay una lesión parietal unilateral en el área 19 y 7), demuestra la posibilidad de que se recupere la capacidad perdida, si se sobrecarga la actividad del área en el otro lado, que estaba sana.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Isocortex sensoriales ponderables masivos. Isocortex táctil. Isocortex visual. Isocortex auditivo. Organización de la imagen. Imagen simple. Imagen combinada. Imagen cinemática. Imagen dinámica, conceptual o ideatoria. Imagen inteligente. Imagen intelectiva.

CAPÍTULO 48

ISOCORTEX PARA SENSIBILIDADES DE ESCASA CAPACIDAD PONDERABLE. CORTEZAS GUSTATIVA Y OLFATIVA

La *sensibilidad gustativa* se recoge en las grietas de las papilas caliciformes de la lengua y del velo del paladar; la olfativa se recoge en la mucosa de la parte superior de las fosas nasales. Ambas sensibilidades ofrecen matices diversos. Unas poseen cierta capacidad ponderable; otras, en cambio, no son medibles. A estos efectos, recordemos (cap. I) que la sensibilidad gustativa estimula terminaciones o botones gustativos que asoman ligeramente a niveles sucesivos en la grieta de las papilas caliciformes. La sensibilidad gustativa iónica se refiere a los botones más superficiales; la azucarada, a los botones situados a nivel medio; la peptónica, o lo que es lo mismo, la aperitiva, se recoge en los niveles profundos. Desde todas estas terminaciones parte el nervio gustativo supra e infratimpánico, cuyo camino (a lo largo del neuroeje, en su llegada al núcleo solitario, su ascenso con la cinta de Reil y su terminación en núcleos gustativos del tálamo) es ya conocido. En cuanto a la *sensibilidad olfatoria* (cap. I), recordemos que en la mucosa de las fosas nasales se recogían tres grupos de sensibilidades: la irritativo-aromática, la aperitiva o peptónica y la afrodisíaca. Los matices indicados de las sensibilidades gustativas y olfativas se reúnen en dos grupos: un grupo, capaz de ser medido, o sea, ponderable, como ocurre a las sensibilidades iónicas y algo a las azucaradas (gustativas), así como también a las irritativoaromáticas (olfativas). El otro grupo es imponderable, como ocurre a lo aperitivo (gustativo-olfativo), así como a lo afrodisíaco (olfatorio).

Los factores ponderables deben terminar en isocortex capaz de analizarlos. Los matices imponderables, en cambio, terminarán en el allocortex, capaz de relacionarlos con el humor sanguíneo que allí circula.

Según esto, la sensibilidad gustativa (Gus), después de que llegó al tálamo (Tal) (fig. 246), derivará a la corteza cerebral, de tal forma que la corriente que corresponde a sus factores de sensibilidad iónica (de matices irritantes o azucarados que son ponderables) termina en el isocortex y, en concreto, en el área 26 de Brodmann (fig. 243); en cambio, la sensibilidad correspondiente a matices imponderables, como es la aperitiva, terminará en el hipocampo (Hipp) (fig. 243) y, en concreto, en el asta de Ammon.

Por lo que se refiere a la sensibilidad olfatoria, debemos de señalar que la corriente producida por las excitaciones en la mucosa nasal, ascienden atravesando la lámina cribosa (Crib) y llegan al bulbo olfatorio (BO) (fig. 243), constituido por una proliferación del rinencéfalo. De aquí parte el tracto olfatorio hacia atrás para unirse al telencéfalo a nivel del llamado tubérculo olfato-

rio (TO), que es también substancia gris donde se realizan sinapsis de las distintas corrientes olfatorias. Desde aquí, el tubérculo olfatorio (TO) lanza tractos diversos, distinguiendo fundamentalmente dos: el uno es el que lleva los *factores ponderables* (sensibilidad irritativa y aromática) hacia el tubérculo anterior del tálamo (Tal), que es olfatorio, desde donde se lanzará al isocortex, correspondiente al área 23 y 24 de Brodmann (fig. 243). El otro tracto que lleva *factores olfatorios imponderables* va directamente al allocortex, acarreando los matices aperitivos para el hipocampo (Hipp) y los matices afrodisíacos para la amígdala (Amg). Estas sensibilidades, al llegar a la amígdala e hipocampo, se integran en el proceso del instinto y en sus impulsos, de lo que ya se trató en capítulos anteriores.

Los *factores olfativos ponderables* se integran para constituir imágenes. A estos efectos, las sensibilidades irritativas olfatorias del área 23 y 24, así como las gustativas del mismo matiz (área 26), tienden a reunirse con las imágenes táctiles y visuales que se hayan producido simultáneamente. Por ello, notemos que las áreas de imágenes táctiles 1, 2, 3, 5 y 7, así como las áreas de imágenes visuales 17, 18 y 19, que ya se encontraban imbricadas en el área de imágenes tactilvisuales estereognósticas, 7 y 19, se imbrican a su vez con las áreas 23, 24 y 26 para constituir imágenes combinadas olfativo-gustativo-táctil-visuales. La zona de imbricación de estos cuatro componentes imaginales da lugar a nuevas áreas intermedias que no merece la pena de mencionar. Únicamente conviene advertir que estas imágenes son ponderables y no están ligadas directamente a factor instintivo alguno.

Los *matices imponderables olfativogustativos* de tipo aperitivo y afrodisíaco, pueden llegar a constituir imágenes, siempre que ese matiz imponderable se pueda ligar con factores de otras sensibilidades que sean ponderables. Dicha unión tiene que realizarse en una parte de corteza cuya organización es intermedia entre allocortex e isocortex, como ocurre al lóbulo de la ínsula. La ínsula se ofrece a la observación al separar los labios de la cisura de Silvio (figura 244). Entonces, en el fondo de esta cisura, encontramos un extenso lóbulo cuyo

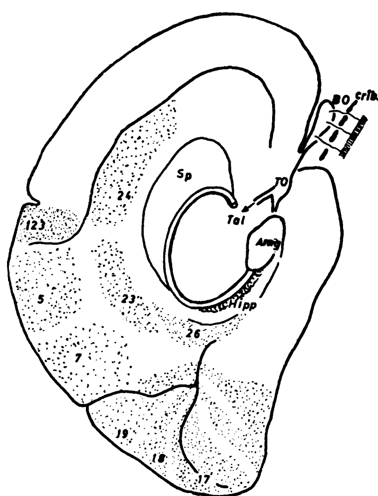


Fig. 243

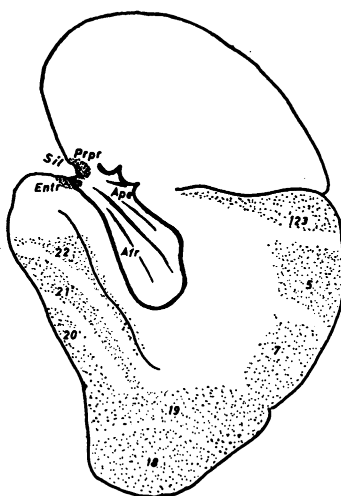


Fig. 244

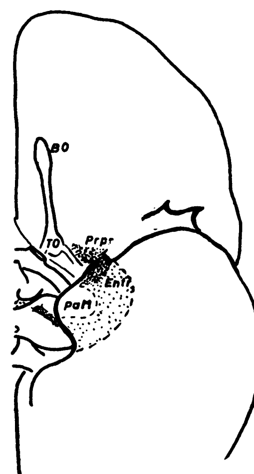


Fig. 245

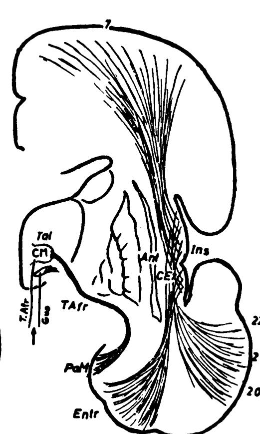


Fig. 246

Figs. 243, 244, 245 y 246. — Isocortex para sensibilidades de limitada capacidad ponderable. Corteza gustativa y olfativa desarrollada en la cara medial del hemisferio (fig. 243), en la cara lateral del hemisferio (fig. 244) y en la parte basal hemisférica (fig. 245). Nótese (fig. 246) esquemáticamente sus relaciones con la ínsula (Ins).

vértice corresponde al valle de Silvio (Sil), desde donde parten arrugas, de las cuales una, por su situación y profundidad, divide la ínsula en una parte superior o aperitiva (Ape) y una parte inferior o afrodisíaca (Afr). Observado el vértice de la ínsula en el mismo valle de Silvio (fig. 245), notamos cerca del tubérculo olfatorio (TO) dos pequeñas áreas allocorticales, todavía no descritas. La región prepiriforme (Prpr) y la región entorrinal (Entr) (figs. 244 y 245). La región prepiriforme recoge derivaciones de sensibilidad aperitiva. La región entorrinal recoge derivaciones de sensibilidad afrodisíaca. Ambas regiones son como multiplicadores de corriente, lo que permite lanzar la corriente aperitiva por la parte superior de la ínsula y la corriente afrodisíaca por la parte inferior de la misma, ya que dichas regiones se encuentran en la parte de vértice de ínsula que les corresponde. Al mismo tiempo llegan a la ínsula (fig. 246) corrientes imaginales tactilvisuales, bien de la parte superior del isocortex, fundamentalmente del área 7 de Brodmann correspondiente a imágenes estáticas, o bien a la parte inferior del isocortex, fundamentalmente de las áreas 20, 21 y 22, correspondientes a imágenes cinemáticas, también tactilvisuales. De esta suerte, confluyen en la ínsula muchos tipos de sensibilidades, como son las ponderables tactilvisuales indicadas y las imponderables aperitivas o afrodisíacas lanzadas desde la región prepiriforme y desde la región entorrinal. Al grupo afrodisíaco debemos de añadir sensibilidades táctiles afrodisíacas (T Afr) (fig. 246) recibidas en el periamigdalino medial (Pa M), ya indicadas en lecciones anteriores. La ínsula, pues, en su mitad superior, integra imágenes aperitivas combinadas, mientras que en su mitad inferior integra imágenes afrodisíacas. La confluencia a la ínsula de las sensibilidades indicadas, se realiza mediante penachos de fibras que se reúnen entre la ínsula (Ins) y el antemuro (Ant) para constituir la llamada cápsula extrema (C Ex), procedente de conexiones desde el área 7, desde el área 20, 21 y 22, así como desde la región entorrinal (Entr) y periamigdalina medial (Pa M) (fig. 246)[1].

[1] Las relaciones funcionales del *lóbulo de la ínsula* con las sensibilidades cuya capacidad ponderable es limitada, como ocurre con lo olfativo y gustativo de gran matiz humoral, van en paralelo con las relaciones de vecindad de dicho lóbulo y el allocortex por una parte y con el isocortex por otra. El allocortex está relacionado, como sabemos, con el vértice de la ínsula, y corresponde fundamentalmente al área amigdalar y al olfatorio propiamente dicho. Los trabajos de ROSE (1927) sobre la ínsula en relación con el allocortex, condujo a que otros trabajos morfológicos (BROCKHAUS, 1938; CROSBY, 1941) sobre el allocortex amigdalar, y en más amplio sentido sobre el complejo amigdalino, fueran considerados en cuanto a sus relaciones de continuidad con la ínsula. Esta continuidad se hace cada vez más patente, no sólo en cuanto a la superficie cortical (ESCOLAR, 1959), sino también en cuanto a su continuidad en profundidad mediante los *claustros subcorticales* (RAE, 1954). Así se van precisando las zonas de transición de unas regiones a otras, y con ello, estableciendo bases morfoquinéticas. Los trabajos de VÖLSCH (1906), LORENTE DE NO (1934), O'LEARY (1944), etcétera, impulsan a considerar las interrelaciones mutuas de allocortex con la ínsula. Trabajos funcionales planteados en zonas concretas, como la amígdala y el hipocampo (ROMERO, 1961; GLOOR, 1960; GREEN, 1957, etc.), quedan ligados con otros de más amplio criterio (SCHREINER, 1953), que estudian la sintomatología producida por lesiones en las áreas citadas. De esta suerte, los hallazgos que en autopsias describen algunos tratados de neurología (BODECHTEL, 1965; etc.), en cuanto a lesiones en el vértice de la ínsula y uncus en relación con actitudes exhibicionistas, pueden recibir mejor fundamento explicativo.

La ínsula, pues, ofrece una zona de confluencia donde se integran sensibilidades de tipo imponderable, como son las troficoaperitivas y las sexuales, propias del allocortex, referido al vértice de la ínsula. Esta integración se suma a sensibilidades de tipo ponderable, como las que llegan a la base de la ínsula desde áreas tactilvisuales fundamentalmente. La confluencia en la ínsula puede realizarse, bien por conexiones cortas o largas, como las correspondientes a la cápsula extrema, ya referida. El potencial formado aquí puede pasar a la profundidad y por lo tanto al putamen, como centro de impulsos de acometividad. Puede pasar también a la encrucijada reticular como centro de impulsos de agresividad. De esta suerte, cabe llegar a los clásicos reflejos condicionados de PAULOW que, caso de poseer un fuerte componente trófico-sexual, pueden pasar a ser irreversibles *como los clásicos*

incondicionados de SMIRNOW, prácticamente imborrables. Estos conceptos van quedando cada vez más unificados anatomofuncionalmente (LIDDELL, 1941).

La capacidad impulsiva de los reflejos incondicionados instintivos es considerable. Ello explica que algunos de los órganos allocorticales estudiados ofrezcan una capacidad amortiguadora, como lo demuestra el asta de Ammon, cuyo ritmo bioeléctrico amortigua, hasta un cierto límite, todo exceso de potencial que allí confluye (FERRES, 1963). Esta capacidad amortiguadora del asta de Ammon se hace también ostensible en el campo de la Patología al poder amortiguar igualmente *espigas potenciales* de registro propagadas de otras áreas a distancia que contiene algún foco epiléptico. Un mal funcionamiento del asta de Ammon permitirá, pues, que se exteriorizase de inmediato, cualquier epilepsia, aún latente.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Isocortex sensoriales de limitada capacidad ponderable
Corteza gustativa y olfatoria. Sensibilidades gustativas iónicas azucaradas y aperitivas. Sensibilidades olfatorias: irritativoaromáticas aperitivopectónicas y afrodisíacas. Allocortex olfativogustativo = Imponderable. Isocortex olfativogustativo = Ponderable. Isocortex-allocortex = Lóbulo de la ínsula. Imágenes aperitivas y eróticas. Región prepiriforme. Región entorrinal. Tubérculo olfatorio. Bulbo olfatorio. Cintilla y tracto olfatorio.

CAPÍTULO 49

ISOCORTEX VIVENCIAL = CORTEZA FRONTAL

Los informes que confluyen al isocortex sensible y establecen imágenes de diversos aspectos, deben de llegar a vivirse para integrar el Conocimiento. Se considera que se vive un informe cuando conmueve a la parte más vital de nuestro ser.

Existen sensibilidades vitales por sí mismas, estudiadas a propósito del diencéfalo, como las correspondientes al estado respiratorio del individuo, que ante un elevado nivel carbónico podían equipararse con el proceso psicológico, de angustia vital respiratoria. Todo ello corresponde al conocido substrato de substancia reticular subtalámica, llamado zona dinamógena de Hess (Dina) (fig. 248), que se continúa hacia el telencéfalo mediante la también conocida encrucijada reticular striodiagonal (Encr) (fig. 247), de donde se difunde subcorticalmente, constituyendo la substancia reticular difusa subcortical (S Rt Df) (fig. 248), cuyo máximo acúmulo corresponde a la parte frontal. Por este motivo, la corteza frontal es la más susceptible de recibir potenciales bioeléctricos, motivados por elevados niveles carbónicos sanguíneos, captados en la substancia reticular. La corteza frontal, pues, sometida a la vivencia más vital conocida, que es la angustia respiratoria y que es la primera que se realiza en el recién nacido, debe hacer vivir a su vez todos los informes que puedan confluir con ella, desde cualquier área sensible y de formación de imágenes. Es tal el potencial bioeléctrico que se acumula en la substancia reticular, y por lo tanto en el polo frontal, que constituye un factor necesario de actividad permanente necesitada de descanso. Por eso, la actividad de ambos polos es un tanto alternante, con lo cual descansa el uno mientras actúa el otro. De la corteza frontal hay que descender las áreas de impulsos piramidales 4 y 6, que no son propiamente vivenciales, pero que funcionan a expensas de las vivencias establecidas en el resto del polo frontal.

La *primera vivencia* del recién nacido o de *angustia respiratoria,* determina, pues, por los motivos indicados, una elevación de potencial reticular y de todo el polo frontal, lo que acaba estimulando las áreas piramidales, produciendo movimientos groseros de lloro y pataleo, y sobre todo, el comienzo de movimientos respiratorios, que es lo eficaz, y que después se continuará automáticamente. Se trata, pues, de una vivencia esencialmente vital (VV) (fig. 247).

La *segunda vivencia* que interesa cronológicamente es la llamada *vivencia del hambre,* producida por niveles desfavorables de las constantes humorales captadas en el asta de Ammon, lo cual desencadena después, como ya se sabe, corriente conducida por la fimbria, que antes de pasar al fórnix deriva por ramillos (X), más allá de la cinta diagonal (Diag), hasta el área 14 de isocortex, donde se recibe (VH) (fig. 247) y eleva de potencial, al mismo tiempo que el

resto de la corteza frontal, ya que la fimbria sabemos que estimuló también la encrucijada reticular striodiagonal que es continuación de la substancia reticular difusa subcortical. Esta vivencia de hambre (VH), que debe despertar también lloro y pataleo, acaba actuando en la cinta diagonal, precisamente en esa zona media de donde parten las actitudes de lameteo de Hess, lo cual determina un estímulo parecido, llamado de succión, al contacto con la mama. De esta suerte, el problema vivencial del hambre queda momentáneamente resuelto con una vivencia de succión en el área 14.

La *tercera vivencia* que interesa cronológicamente considerar es la *afectiva ante el dolor* fundamentalmente. Este proceso nace de la sensibilidad nociceptiva que, como sabemos, llegó al núcleo centromediano (CM) (fig. 248), y de aquí al núcleo dorsomedial (DM), para establecer un proceso afectivo-emocional mediante conexiones de ida y vuelta, con el pallidum (Pl), que forman circuitos cerrados, lo que ya fue conocido en anteriores capítulos. Este proceso afectivo-emocional ante el dolor, referido al núcleo dorsomedial (Dm), se proyecta mediante un haz concreto hacia el mismo polo frontal, que podría corresponder aproximadamente al área 11 de Brodmann (VD). Entonces esta zona eleva su potencial y lo mismo lo hace el resto frontal al recibir también potencial de la zona reticular difusa durante el proceso afectivo-emocional doloroso que estamos tomando como ejemplo. La respuesta también podrá ser lloro y pataleo, pero si nos referimos al caso de un niño de algunos meses, capaz de recibir imágenes concretas, como por ejemplo la visión y el tacto de la aguja que se le clavó y le produce el dolor, entonces el potencial de dicha imagen confluye al polo frontal y así se vive, juntamente con el proceso doloroso fundamental e inseparable. Siguiendo el supuesto, el lloro y pataleo pudo propagarse en manoteo que por casualidad arranca la aguja del sitio donde estaba clavada, con lo cual se resolvería el problema vivencial afectivo. En consecuencia, el hecho eventual ocurrido del manoteo, quedó como una vivencia experimental de manoteo eficaz en el área 8 (fig. 249), junto a la zona de manipulación del área 6, ya indicada en anteriores capítulos.

Por todo lo dicho, debemos de referirnos desde ahora a las *vivencias experimentales* que resuelven vivencias afectivas, casi siempre dolorosas, y que se van acumulando en

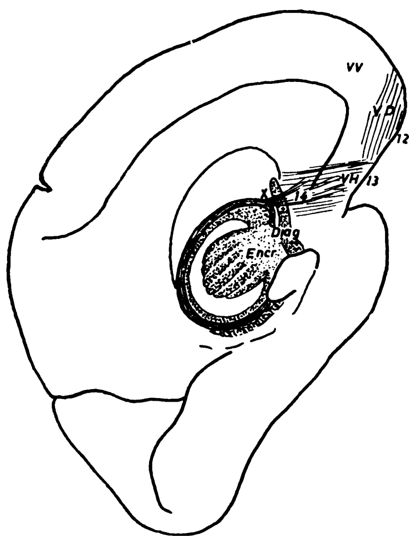


FIG. 247

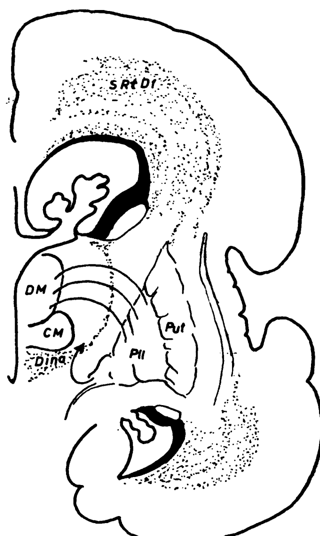


FIG. 248



FIG. 249

FIGS. 247, 248 y 249. — Isocortex vivencial = Corteza frontal.

el área 8. Una vivencia experimental de éstas es, pues, el manoteo afortunado que arrancó la aguja. Otra vivencia puede ser una manipulación (ma) más sutil que evitó otro daño parecido. Más vivencias se van acumulando en el área 8, correspondientes a cabeceos intencionados (ca) eficaces para esquivar y resolver algo afectivo. Más vivencias aún se ofrecerían con movimientos ambulatorios (am), eficaces con el mismo fin. De esta suerte se acumularían un gran número de vivencias experimentales, máxime al confluir aquí, simultáneamente también, un gran número de flujos potenciales de imágenes, bien de tipo estático, tactilvisual (7, 19) o bien de tipo cinemático (20, 21 y 22).

El acúmulo de vivencias experimentales crea en el área 8 una zona rica en experiencia capaz de actuar por sí misma, sin necesidad de un especial motivo. Entonces se crean vivencias en el área 8 y 9 a base de las experimentales indicadas, pero su objeto es simplemente la imitación como juego. Se trata, pues, de las *vivencias de juego*. Más tarde, estas vivencias de juego van siendo dirigidas en un sentido educacional y son las llamadas *vivencias escolares* que en seguida llegan a plasmarse hacia el área 44 y el área 45. En el área 44 se acumularán las vivencias experimentales del lenguaje realizado, más el flujo de imágenes que llegan aquí, como son las conceptuales del área 39 y 40 y las inteligentes del área 42, que llevan en sí la imagen de la palabra oída. Respecto del área 45, indicaremos que allí se acumulan las vivencias experimentales de la manipulación para escribir, máxime llegando aquí las imágenes intelectivas del área 43, cuyo componente fundamental sabemos que correspondía a la palabra que se ha visto escrita.

Ya en la juventud, estas vivencias son orientadas hacia la profesión, bien la intelectual, en cuyo caso todo resultará de un mayor desarrollo de las vivencias de las áreas 44 y 45; bien la artesana, en cuyo caso las vivencias que se desarrollarán más serán las que correspondan a la zona de manipulación; bien la atlética, en cuyo caso se desarrollarán más las vivencias experimentales de la ambulación. Todo ello da lugar a una ampliación de potenciales por el área 10 de Brodmann.

Las *vivencias profesionales*, lo mismo las escolares y las de juego, acumuladas en gran cantidad, llevan a vivencias resumen de las mismas, cuyo factor principal es el éxito alcanzado. El éxito en la edad de juego se resume en la vivencia estética de lo bello o de lo feo. El éxito en la edad escolar tiende a orientarse hacia la vivencia ética de lo bueno o de lo malo. Más tarde, a esta vivencia abstracta se le da más alcance hacia lo verdadero o hacia lo falso. Estas vivencias conceptuales o abstractas, con meta o intención definida, van relacionándose con un aumento de actividad del área 46, cuya topografía es un tanto difusa. Este área abarca todas las demás áreas vivenciales y encadena las vivencias hacia respuestas piramidales, que así ya pueden establecer una línea de conducta. Puede algunas veces no haber respuesta piramidal, pero la actividad del área 46 continúa firmemente y se manifiesta no sólo por su actividad bioeléctrica, sino también por la expresión anímica en la mirada, motivada por un impulso directo del área 46 sobre los centros de coordinación ocular (ojo) (fig. 249), centros que durante el desarrollo embrionario se han venido desplazando desde el área 6, donde debían corresponder.

La enorme casuística de lesiones bilaterales del polo frontal que la clínica va acumulando a lo largo del tiempo como material de estudio, ha permitido una sistematización en cuanto a sus matices de simetría y en cuanto a su localización de delante atrás, comprobándose el déficit vivencial en las zonas que se han indicado, lo que basa el presente estudio, sobre el que momentáneamente no podemos insistir más [1].

---

[1] En la corteza frontal confluyen, pues, conexiones y potenciales de opuestos orígenes: Unos, de matiz imaginal (sensibilidades, informes, imágenes, etc.), proceden de los isocortex sensibles. Otros, de carácter vital (afectivo, emocional), proceden del diencéfalo directamente, bien del tálamo

o de la *formación reticular subtalámica.* Merece indicarse que una de las bases morfológicas de este proceso lo proporcionó CLARK (1958) y que MCCULLOCH (1948) aplicó al lóbulo frontal el estudio de la integración por mecanismos cibernéticos. Aparte de estas bases, queda la experiencia de los clínicos y las casuísticas sistematizadas sobre lesiones del polo frontal, simétricas o no (FULTON, 1952; ALBARRACÍN, 1957). El estudio comparativo del neocortex frontal que realiza SPATZ (1955-61) siguiendo el criterio de cerebración progresiva de VON ECCONOMO (1929) contribuye objetivamente para considerar la altura que pueden alcanzar los procesos de integración de la corteza frontal.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Isocortex vivencial. Corteza frontal. Organización de las vivencias. Vivencias vitales respiratorias. Hambre. Sed. Vivencias afectivas dolorosas. Vivencias experimentales. Vivencias de imitación o de juego. Vivencias educacionales o escolares. Vivencias intelectuales. Vivencias profesionales. Vivencias conceptuales o abstractas. Línea de conducta. Unilateralidad, bilateralidad. Actividad bioeléctrica frontal.

CAPÍTULO 50

ISOCORTEX TRANSVIVENCIAL = ISOCORTEX CINGULAR: ÁREA 25 DE BRODMANN

El *área 25 de Brodmann* se encuentra en una situación apropiada para recibir conexiones de la corteza frontal vivencial y, por lo tanto, potenciales de sobrecarga de esta corteza. Esto ocurre siempre que la actividad bioeléctrica vivencial rebase un cierto límite, cosa que ocurre cuando las vivencias vitales de angustia respiratoria, de hambre o de dolor, fueran subiendo de nivel progresivamente, por no conseguir solución al no haberse logrado la vivencia experimental apropiada, como se estudió en el capítulo anterior. El área 25, en estas condiciones, recibe, pues, potencial y lo lanza (fig. 250) hacia atrás mediante el llamado *haz cingular* (Cng) y el *haz en gancho* (Gch), haces que caminando subcorticalmente, llegan al polo occipital y lo rebasan (flechas), continuando después por la cara externa del hemisferio. En dicha cara externa (fig. 251), siempre subcorticalmente, pasan bajo las áreas de imágenes complejas, como la 7 y 19 (tactilvisual estáticas), correspondientes al haz cingular (Cng), así como las 20, 21 y 22 de imágenes cinemáticas, correspondientes al haz en gancho (Gch). Todavía más avanzado, se unen ambos haces bajo las áreas de imágenes conceptuales 39 y 40 del pliegue curvo, así como de imágenes inteligentes (42) e intelectuales (43), que ya conocemos a propósito de lecciones anteriores. En estas condiciones, pues, los impulsos que parten del área 25 estimularán y reestimularán las áreas imaginales indicadas, con lo cual saltarán de aquí nuevos flujos, pero de carácter residual, hacia el polo frontal (área 46). Así, éste se enriquece con nuevos informes, aumentando por ello el caudal del conocimiento e intentando nuevamente conseguir una vivencia experimental de éxito que resuelva aquel problema afectivo aún pendiente que indicábamos en un principio. Así se constituye un circuito prácticamente cerrado, que desde el área 46 influye en la 25; que desde la 25, mediante los haces en cíngulo y en gancho, llegan a las áreas imaginales y que, desde estas áreas, lanzan más caudal informativo al área 46. Estos circuitos resultan ser verdaderos circuitos de insistencia y si esto se prolonga cierto tiempo por tardar en encontrar solución al problema afectivo, entonces algunos axones del circuito se mielinizan, con lo cual éste se hace permanente y toma carácter obsesionante[1].

---

[1] La arquitectura del área 25, sólo hemos podido encontrarla claramente expuesta en los trabajos de CAJAL (1900). En cuanto al significado del haz en cíngulo y los circuitos derivados, se encuentran suficientes bases en los resultados de la leucotomía de EGAS MONIZ (1926).

Respecto de las áreas corticales superiores existe abundante bibliografía. Nosotros seleccionamos algunos trabajos, como el de DUSSER DE BARENNE (1950), GAROL (1944), HINES (1937).

Un *circuito de insistencia* mielinizado resulta, pues, un verdadero circuito de obsesión. Aquí, la corriente repetirá este camino con más facilidad e insistencia. Su paso repetido por el campo de las imágenes, agotará su reserva bioeléctrica hasta tal punto que no arrastrará ya potenciales que correspondan a imágenes, sino restos de dichos potenciales, equivalentes a productos de imaginación; esto es, algún rasgo de imagen que, reforzado con otros análogos de diferentes imágenes, permitan su abstracción. El producto de imaginación no es, pues, imagen, sino abstracción deforme de alguno de sus rasgos, lo mismo que el caso de los dibujos abstractos, pudiendo por lo tanto evocar significados diferentes, según quien los interprete. La obsesión, así, acaba movilizando productos de imaginación, cada vez más abstractos y deformes, que llegan al campo vivencial.

Circunstancias de insistencia y de obsesión tenemos todos, a lo largo de nuestra vida. En nuestro período de madurez disponemos de recursos para podernos adaptar a lo más absurdo y obsesionante, encontrando soluciones apropiadas. No ocurre lo mismo en la niñez. Un niño no debe saber resolver una situación especial, por no disponer aún de la vivencia experimental apropiada que la resuelva. Por eso, es lógico que en esta situación el niño esté propenso a circuitos de insistencia y de obsesión cada vez más manifiestos; circuitos que se mielinizarán y que dejarán su huella en el área 25 en forma de un potencial que actúa entonces. Al cesar aquella circunstancia especial en que se encontraba el niño, cesan también las manifestaciones obsesivas, pues ya no hay potencial suficiente; pero de esto quedará la huella en el área 25 y la mielinización que desde aquí se hubiera realizado hacia áreas de imágenes. Al cabo de los años, el niño ya crecido entra en la p u b e r t a d. Hasta entonces había quedado dormido aquel proceso obsesivo, puesto que el motivo desencadenante, posiblemente no volvió a presentarse. Pero en la pubertad ya, el proceso se despierta y se evoca sin la misma causa anterior. Bastó

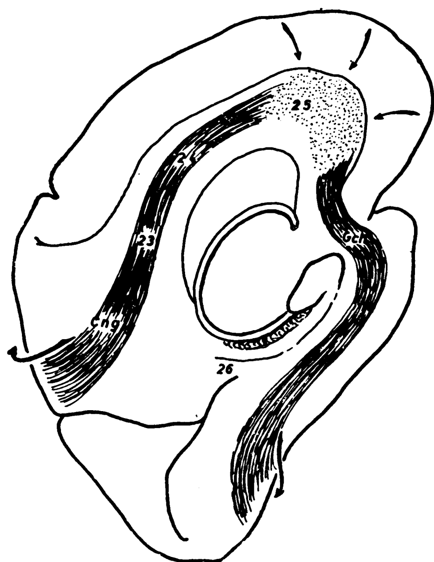


FIG. 250

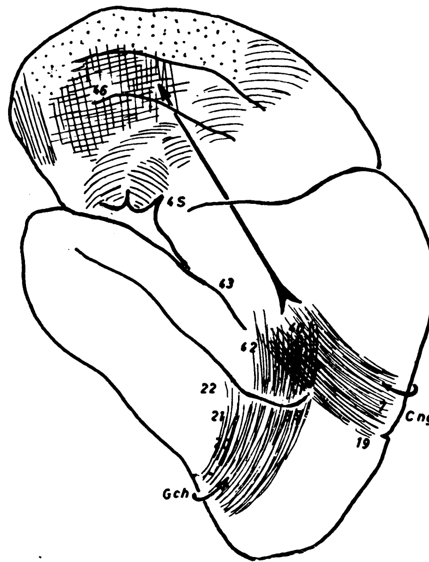


FIG. 251

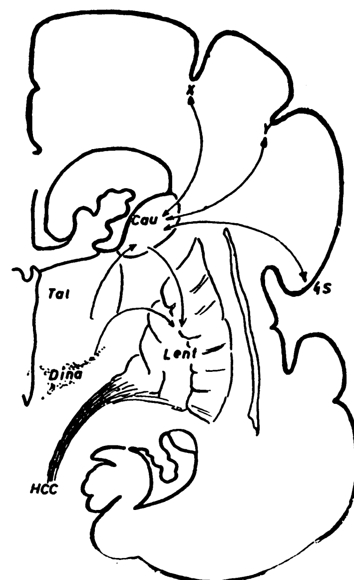


FIG. 252

FIGS. 250, 251 y 252. — Isocortex transvivencial = Isocortex cingular. Área·25 de BRODMANN. Nótense (figuras 250 y 251) los circuitos lanzados desde el área 25. Nótese (fig. 252) la representación del mecanismo supresor que parte del fondo de los surcos fundamentales y se lanza al núcleo caudal, para que éste se descargue, y a su vez, lleve a la descarga y vaciamiento del núcleo lenticular. La descarga del núcleo caudado absorbe todo el potencial sensible del tálamo, impidiendo así que llegue a la corteza.

para ello el estímulo cerebral general que en el sistema nervioso imprimen las hormonas gonadales que van apareciendo. Todo ello, incluso, desencadenado por estímulos circunstanciales, olfatorios o gustativos de carácter irritante, que al llegar a sus áreas respectivas (23 y 24 para las olfatorias, y 26 para las gustativas), estimulan por contigüidad los haces en gancho y cingular, así como el área 25, despertando el proceso de nuevo. Este proceso que se evoca va a corresponder a los productos de imaginación abstracta que indicábamos, cuya intensa deformación no permite descubrir el origen del proceso, pero desencadenan un nuevo estado obsesivo. Además, estos productos de imaginación irreconocibles desencadenan profundos trastornos mentales. Tal proceso recibe el nombre de complejo, procediendo casi siempre, pues, de un estado obsesivo de la niñez.

Egas Moniz, hace unos 40 años, combatió eficazmente los casos mentales motivados por complejos, mediante su operación de leucotomía, consistente en seccionar el haz en cíngulo del área 25. Sus resultados fueron sorprendentes y así se contribuyó no sólo a combatir el trastorno, sino a aportar al conocimiento de la organización de la zona. Al cabo de los años, sin embargo, algunos pacientes reincidieron a causa de la excitación provocada por la misma cicatriz de la leucotomía, mostrando brotes epilépticos que volvían a evocar el antiguo complejo.

El polo frontal, por servir de fundamento a todo proceso vivencial y conexión a lo transvivencial, ofrece frecuentemente sobrecargas bioeléctricas, especialmente en el área 46. Existe una *regulación automática de la sobrecarga frontal.*

La actividad bioeléctrica de la corteza frontal se difunde normalmente por las partes culminantes, pero al fondo de los surcos (X e Y) (fig. 252) sólo llega cuando está sobrecargada. De dichos fondos parten conexiones al caudatum (Cau), haciendo que el potencial que éste tiene acumulado lo descargue al núcleo lenticular (Lent), con lo cual se canalizará por el haz central de la calota (HCC). Esta descarga es masiva y lleva el estímulo correspondiente a los centros extrapiramidales, donde el haz central de la calota termina, provocando así contractura muscular expresada en una actitud de desperezamiento propia del individuo cansado. Entonces el núcleo caudal, que quedó vacío, absorbe todo el potencial que viene del tálamo (Tal), con lo cual evitará que el tálamo envíe, pues, corriente a la corteza. En consecuencia, la sensibilidad no llegará ya a la corteza cerebral. Ello hace que la corteza cerebral funcione a expensas de su propia actividad de reserva y no se sobrecargue ya. Así se llega a cierto estado de introversión relacionable con el estado psicológico de meditación. Todo es regulable, pues, al estar sobrecargados los fondos de los surcos frontales, por cuyo motivo reciben el nombre de zonas supresoras. Otra zona supresora la encontramos en la parte más baja del área 4, pero sólo actúa de supresora cuando está sobrecargada, con la denominación clásica «4S» (figuras 250 y 252).

Si la absorción de potencial hacia el caudatum que indicamos, es todavía mayor, entonces se tiende a vaciar no sólo el tá-

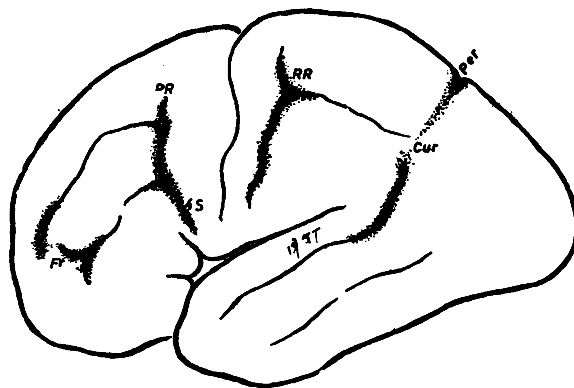


FIG. 253. — La representación clásica de las áreas supresoras en el fondo de los surcos, demostrada en el Macacus Rhesus, puede esquemáticamente ser transportada al caso del hombre, notando en él su distribución en cuatro zonas: La frontal (Fr); la prerrolándica (Pr), que por debajo y atrás lleva aneja una parte del área 4 (4S); la retrorrolándica (RR); la del pliegue curvo (Cur) por último, que se extiende hacia adelante por la primera temporal y hacia atrás por la cisura perpendicular (Per).

lamo, sino también la zona dinamógena (Dina), con lo cual se deprime el potencial de todo lo reticular, bajando en consecuencia el nivel de las vivencias y del polo frontal al estado de sueño. En circunstancias patológicas concretas, la substancia reticular puede haber perdido todo el potencial bioeléctrico. Entonces el individuo, prácticamente sin respiración, pierde el conocimiento y entra en estado de coma [2].

[2] En cuanto a la participación del núcleo caudado en los mecanismos supresores y en otras funciones similares, merecen ser considerados los trabajos de METTLER (1945) sobre conexiones del cuerpo estriado; los de AKERT (1951) sobre fisiología del caudatum; los de HESS (1946), en fin, que tratando de la organización del tegmento, permiten comprender el camino de algunos impulsos descendentes de tipo supresor lanzados desde el striatum expresando agotamiento y desperezamiento.

Existen manifestaciones electroencefalográficas en relación con cada uno de los estados que hemos indicado; así: en el individuo sobrecargado, casi siempre extravertido y atento a los sentidos, el ritmo es activo y, por lo tanto, desincronizado de 20 ciclos, en toda la superficie de la corteza prácticamente. En el individuo intravertido, cerrado al informe de los sentidos, el ritmo suele ser sincronizado, o sea, sin actividad en las zonas sensoriales e imaginales correspondientes, pero continúa en actividad y, por lo tanto, desincronizado en el área 46. En el sueño, el ritmo debe de ser sincronizado o de 10 ciclos en toda la corteza, bajando incluso cuando el sueño se prolonga o es profundo. En el coma el ritmo es muy lento o ha desaparecido.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

ISOCORTEX TRANSVIVENCIAL. *Isocortex cingular*. Área 25 de Brodmann. Haz cingular. Haz en gancho. Circuito cortical de insistencia. Circuitos corticales mielinizables. Substrato básico para la obsesión y para el complejo. Fundamento de las leucotomías de Egas Moniz. *Nivel bioeléctrico del polo frontal*. Referencias a la atención, a la meditación, al sueño, al coma.

CAPÍTULO 51

CONEXIONES DEL TELENCÉFALO: SUBSTANCIA BLANCA

Los centros grises estudiados hasta ahora asumen toda referencia funcional. Por ello necesitan de conexiones, pues éstas son las que dan precisamente este matiz. Las conexiones fundamentales son proyectivas, o lo que es lo mismo, son de largo trayecto, llevando unos informes sensibles a la corteza cerebral, mientras que otras lanzan a distancia impulsos motores. Las conexiones de corto trayecto son llamadas interconexiones y deben de quedar siempre dentro del hemisferio cerebral.

Las proyecciones sensibles se lanzan desde el tálamo, fundamentalmente desde sus núcleos ventrales ya conocidos. A estos efectos tenemos el núcleo geniculado lateral (GL) (fig. 254), que recibe la sensibilidad visual; el geniculado medial, que recibe la sensibilidad acústica; el ventral posterior (VP), que recibe la táctil, y el ventral lateral (VL), que recibe la sensibilidad postural o del tono muscular. También están los núcleos dorsales, como el pulminar (P), que asocia sensibilidades con dominio visual; el dorsal posterior (DP), que asocia sensibilidades con dominio acústico; el dorsal lateral (DL), que asocia sensibilidades con dominio táctil; el dorsomedial (DM), en fin, que asocia las sensibilidades vitales imponderables con las sensoriales ponderables, para integrar el proceso de afectividad. Pues bien, de todos estos centros se lanzan proyecciones radiadas a la corteza cerebral, constituyendo la llamada corona radiante del tálamo.

La CORONA RADIANTE consta, pues, de los siguientes fascículos: un fascículo ascendente o de radiaciones táctiles (R Ta) (fig. 255), que lleva los impulsos del núcleo ventral posterior (VP) (fig. 254) al área táctil 1, 2 y 3 (fig. 255). Este fascículo ascendente va acompañado de otras radiaciones, también ascendentes, o radiaciones sensibles posturales (R Po) (fig. 255), lanzadas desde el núcleo ventral lateral (VL) (fig. 254) hasta el área 4 motora (fig. 255). Tenemos un fascículo horizontal que lleva radiaciones acústicas (R Ac) (figs. 254 y 255) desde el geniculado medial (fig. 254) hasta el área 41 y la 22, correspondientes respectivamente a la zona del tono y a la del ritmo indistinto. Distinguimos un fascículo posterior o de radiaciones visuales (RV) que, desde el núcleo geniculado lateral, se lanza a la cisura calcarina (17) (fig. 255). Tenemos, en fin, un fascículo anterior, que desde el núcleo dorsomedial (DM) (fig. 254) lanza corriente de afectividad (Af) (fig. 255) a las áreas 11, 12 y 13. Los cuatro fascículos indicados han aprovechado su camino por intersticios del striatum precisamente por la gran ranura existente entre el putamen (Put) y el caudatum (Cau) (figs. 254 y 255).

Tenemos proyecciones motoras que, en contraposición a la corona radiante, se lanzan desde la corteza en sentido descenden-

te a lo largo del neuroeje. Se trata, ante todo, de las VÍAS PIRAMIDALES (Pi) (fig. 254), que desde el área 4 (fig. 255) descienden casi verticales. Tenemos las fibras del ritmo (Rit), que desde el área 38 del ritmo motor se lanzan horizontalmente. Está, en fin, el *haz central de la calota* (HCC), que lleva multitud de impulsos, como son los afectivos vitales, propios del pallidum (Pll); los de agresividad, propios de la encrucijada striodiagonal (Encr); los de acometividad, propios del putamen (Put); todos los cuales nos son ya conocidos. No olvidemos que cerca del haz central de la calota está el haz de la actitud instintiva que desciende desde el allocortex diagonal y que también fue tratado en capítulos precedentes.

Las proyecciones motoras indicadas, juntamente con las sensibles o corona radiante, confluyen por dentro del pallidum, constituyendo la llamada *cápsula interna*. La cápsula interna consta, pues, de cuatro brazos (vertical, horizontal, anterior y posterior), cuyos componentes sensitivos y motores pueden ser precisados (bastando para ello observar la figura 2, que lo resume). La cápsula interna es, pues, el verdadero nexo que mantiene diencéfalo con telencéfalo y que en período embrionario no existía aún, coincidiendo esto con que el pallidum (Pll) y el putamen (Put) no se habían encontrado mutuamente desde su diferente origen. En el adulto notamos que este encuentro entre pallidum y putamen para formar el núcleo lenticular, ha dejado un plano de unión que aprovecha la arteria capsular (art cap) en su trayecto ascendente. La arteria capsular ofrece una parte débil en el momento que entra en la porción vertical de la cápsula interna, siendo

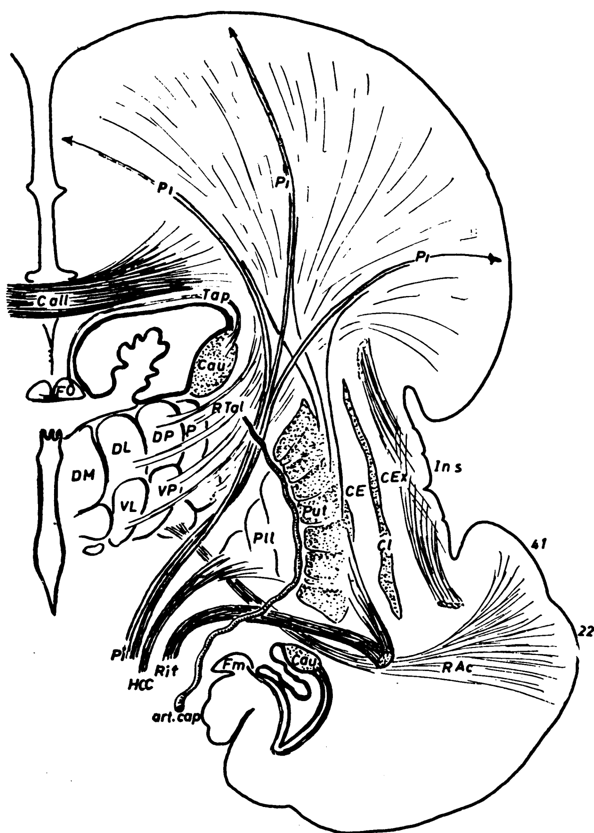


Fig. 254

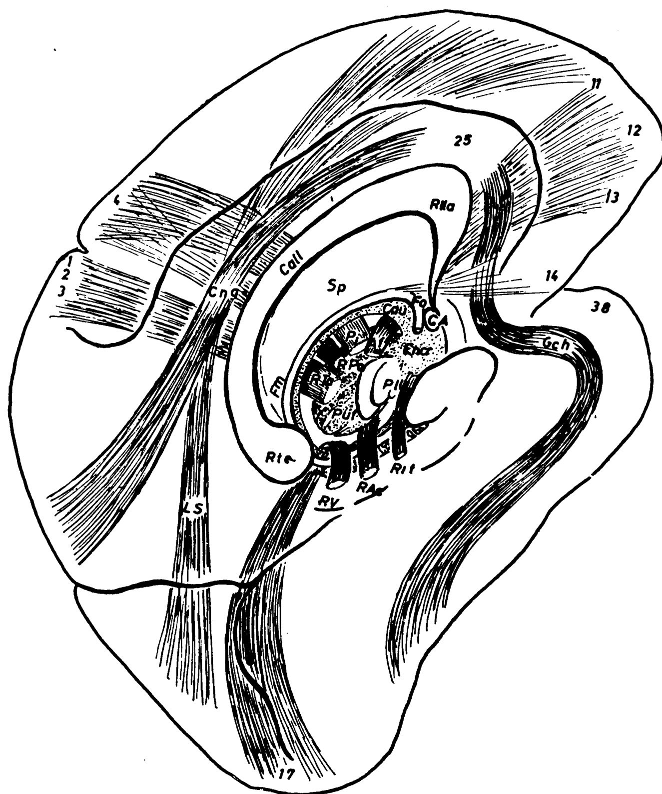


Fig. 255

Figs. 254 y 255. — Representación esquemática de las conexiones del telencéfalo que componen la clásica substancia blanca.

aquí donde se rompe en casos de intensa hipertensión, produciendo una hemorragia que destruye la cápsula interna y provoca la clásica hemiplejía.

Además de la cápsula interna, situada por dentro del pallidum, distinguimos la *cápsula externa* (CE) entre el putamen (Put) y el claustrum (Cl), que deriva de los haces motores de la cápsula interna enviando fibras al putamen para que éste elabore impulsos de acometividad ya conocidos. Tenemos también la *cápsula extrema* (C Ex), situada entre el claustrum (Cl) y la ínsula (Ins), constituida por fibras que traen a la ínsula componentes sensibles ponderables e imponderables, ya conocidos en capítulos precedentes, para integrar imágenes aperitivas y afrodisíacas.

Entre las conexiones propias del hemisferio debemos de añadir: la *fimbria* (Fm), que también conocemos recogiendo corriente del hipocampo y del septum y lanzándolo por el fórnix (Fo) y por otras conexiones diferentes ya conocidas, entre las que nos interesa destacar la del área 14, estudiada recientemente, para integrar la vivencia del hambre; también debemos señalar aquí el tapetum (Tap), ya conocido. Otro haz es el *cíngulo* (Cng), que desde el área 25 se lanza hacia atrás subcorticalmente y estimula en el polo posterior las áreas de imágenes. El *haz en gancho* (Gch), que desde el mismo área 25 desciende temporalmente, para realizar una acción análoga. Mencionamos ahora el llamado *haz longitudinal superior* (LS), que desde la zona de imágenes se lanza a la zona de las vivencias.

Conexiones especiales de un hemisferio a otro se tienen que formar muy masivamente para garantizar la interrelación necesaria de continuidad funcional, entre otros motivos, cuando alternan las actividades de un hemisferio y otro, a causa de la sobrecarga que conduce a la fatiga. Se trata del llamado *cuerpo calloso* (Call), que une los dos hemisferios formando un puente transversal por encima del septum pellucidum, separando por lo tanto aquí el allocortex del isocortex. El cuerpo calloso está engrosado considerablemente por su parte posterior, constituyendo el rodete (Rte), que lleva fibras de conexión de ambos polos occipitales; está muy prolongado en su parte anterior, constituyendo la rodilla (Rll), que lleva fibras de conexión de ambos polos frontales. Los polos temporales, en cambio, no pueden ser interconectados por fibras callosas, teniendo que aprovechar el camino de la llamada comisura anterior (CA), que une también los allocortex en esta zona y que tiene que hacerse gruesa por dicho motivo.

Tenemos, por último, interconexiones corticales en forma de «U» bajo las circunvoluciones cerebrales. Éstas son abundantísimas y forman un bloque hemisférico, denominado *centro semioval*. En resumen: como conexiones del telencéfalo o substancia blanca, vamos consiguiendo varias agrupaciones, cuyo significado se va recordando a la par y que ahora precisamos con los siguientes títulos: cápsula interna, cápsula externa y cápsula extrema. Fimbria, fórnix y tapetum. Haz en cíngulo, haz en gancho y haz longitudinal. Cuerpo calloso, comisura anterior y centro semioval.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Conexiones del telencéfalo = Substancia blanca. CÁPSULA INTERNA. *Corona radiante. Proyecciones piramidales.* Proyecciones reticulares. Fibras del ritmo de la cápsula interna. Arteria capsular y hemiplejía. CÁPSULA EXTERNA. CÁPSULA EXTREMA. *Fimbria, fórnix y tapetum. Centro semioval. Haz longitudinal superior. Cuerpo calloso.* Rodilla. Rodete. Comisura anterior.

CAPÍTULO 52

CONFIGURACIÓN INTERIOR DEL TELENCÉFALO: VENTRÍCULOS LATERALES

Los ventrículos laterales son cavidades que sirven de amortiguadores ante una variación de volumen de los hemisferios cerebrales. De no existir cavidades interiores en los hemisferios, la variación aludida repercutiría desfavorablemente de una manera inmediata. Variaciones de volumen no solamente se expresan como deformaciones, por tumores cerebrales y otros estados patológicos, sino también como pequeñas oscilaciones volumétricas, por mayor o menor aporte sanguíneo en un hemisferio, incluso dentro de una circunstancia normal. Los ventrículos laterales sirvieron principalmente de matriz para que se organizase todo el hemisferio. Por eso, en el adulto el ventrículo rememora el aspecto de aquellas vesículas telencefálicas.

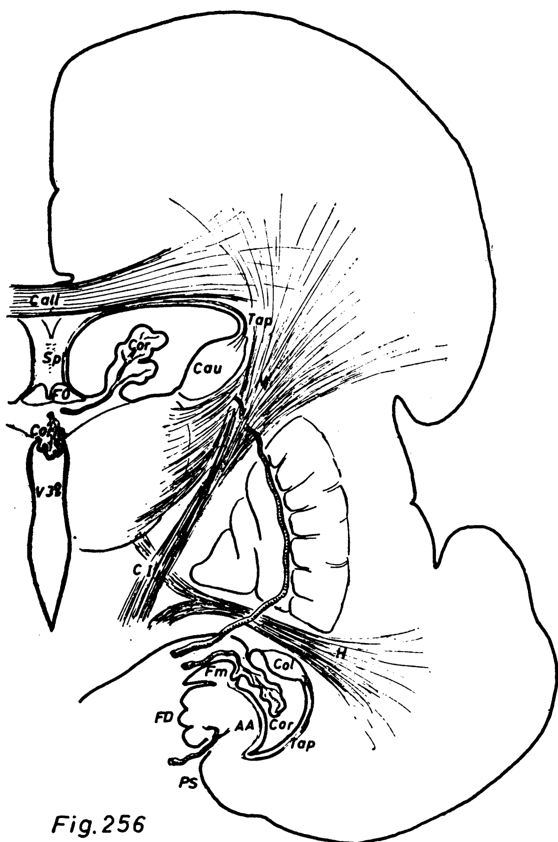
Los ventrículos laterales reflejan en el estado adulto la configuración exterior del hemisferio, ofreciendo, por lo tanto, una prolongación frontal o cuerno frontal (C Fr) (fig. 257), una prolongación temporal o cuerno temporal (CT) y una prolongación occipital o cuerno occipital (C Oc), formada esta última después de las otras dos. La reunión de las tres prolongaciones recibe el nombre de encrucijada ventricular, y la comunicación del ventrículo lateral con el ventrículo medio se hace mediante el agujero de Monro (Mo), ya conocido.

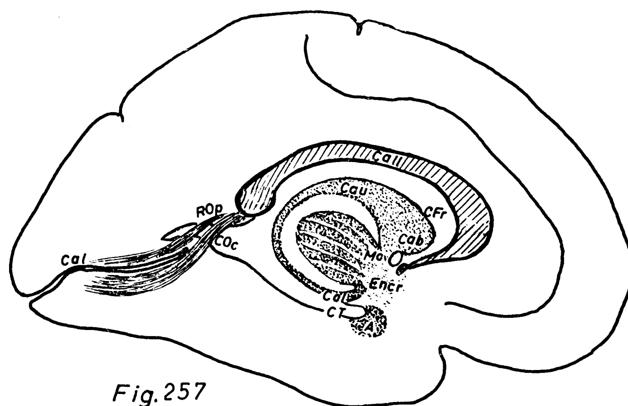
La concavidad de la «C» ventricular corresponde al caudatum (Cau), cuya cabeza (Cab) llega a la prolongación frontal al continuarse con la encrucijada striodiagonal (Encr) y cuya cola (Col) llega hasta la prolongación temporal y se une al complejo amigdalino. La parte profunda (A) de dicho complejo forma tope del extremo de esta prolongación.

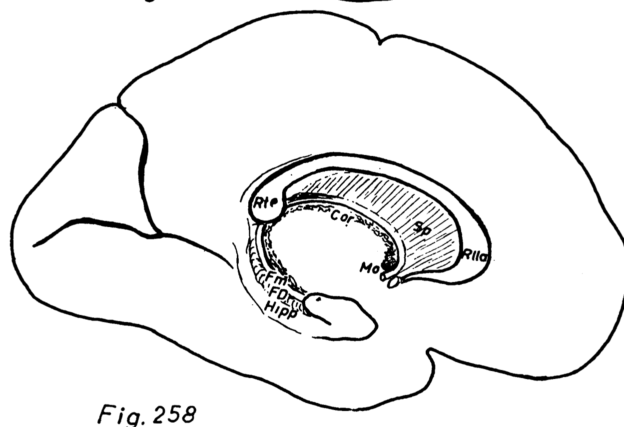
La parte medial de los ventrículos laterales está limitada por allocortex. Se trata del allocortex cingular, que en la parte alta forma el septum pellucidum (Sp) (figs. 256 y 258), delgado tabique formado a expensas de la unión de los allocortex septales de cada hemisferio, unión realizada por finas prolongaciones o pelos, de donde le viene su nombre clásico. El septum pellucidum, finamente vascularizado, trasuda productos de desecho que se vierten en el ventrículo lateral merced a finos conductores que proporcionan la glía del mismo septum. La cara interna del ventrículo lateral en su prolongación temporal está limitada por dentro por el asta de Ammon (AA), que forma hernia en la misma cavidad, notando que la fascia dentada (FD) y el presubículo (PS) no tienen que ver nada, en cambio, con la cavidad ventricular. El asta de Ammon ofrece en su interior una tupida vascularización para que se realice el proceso informativo del estado de las constantes humorales aperitivas ya indicadas en

otras lecciones. Como consecuencia de esta actividad, el asta de Ammon trasuda elementos de desecho al ventrículo lateral, donde se hernia. Observemos que las conexiones que envía el asta de Ammon formando la fimbria (Fm) y el fórnix (Fo) delimitan también el ventrículo lateral. Igualmente delimitan al ventrículo las conexiones desde la fimbria y desde el fórnix para formar el tapetum (Tap), en la parte superior que termina en el caudatum (Cau), y en la parte inferior (Tap), que termina concretamente en la cola (Col) del mismo núcleo. Estas conexiones del tapetum hacia el caudatum van enriqueciendo a éste de potencial, que envía el allocortex cingular.

Los trasudados que del allocortex se vierten en la luz ventricular, contribuyen a la formación del líquido cefalorraquídeo, pero la mayor parte de este líquido se forma por la trasudación de los plexos coroideos. Estos plexos forman una prolongación (Cor) invaginada en el interior del ventrículo lateral a todo lo largo de la luz ventricular, tanto en la prolongación frontal como en la prolongación temporal, pero no en la occipital. Estos plexos coroideos de los ventrículos laterales tienen vasos comunes con los plexos coroideos del tercer ventrículo ($V3^{er}$) (fig. 256) y establecen una cinta continua (Cor) (fig. 258) desde el agujero de Monro (Mo) hasta el cuerno temporal. Si los plexos coroideos enferman, como puede ocurrir en la sífilis congénita, expresable en el recién nacido, entonces segregan mucho líquido y al mismo tiempo se dilatan, comprimiendo el agujero de Monro, al que obliteran. De aquí que la secre-







FIGS. 256, 257 y 258. — Configuración interior del telencéfalo concretada en los ventrículos laterales, dispuestos en un corte frontal (fig. 256). Los ventrículos laterales están desarrollados longitudinalmente en sus tres prolongaciones (fig. 257). Figura 258: Deriva de la figura 257, ocultando los ventrículos laterales por el allocortex cingular que forma pared interna.

ción de líquido cefalorraquídeo, a pesar de estar aumentada en el ventrículo lateral, no pueda drenar entonces al ventrículo medio, que es su camino habitual, para seguir después hasta el cuarto ventrículo, donde se habría de verter en la cisterna magna, como ya sabemos. Por eso, el ventrículo lateral dilatado influye en el tamaño general de la cabeza, recibiendo el individuo el nombre de hidrocéfalo.

La pared envolvente de los ventrículos va a corresponder, en una pequeña parte, a fibras de los brazos de la cápsula interna. A este propósito recordemos que la cápsula interna (CI) emitía un brazo vertical (V), que se pone ligeramente en contacto con el ventrículo, una vez que ha rebasado el núcleo caudado (Cau). Igualmente recordemos el brazo horizontal (H) de la cápsula interna que, traspasada la cola del caudado (Col), contacta con la pared de la prolongación temporal de dicho ventrículo. Dichos contactos se realizarán por intermedio del tapetum, que aquí también forma un manto que discurre junto al epitelio ependimario.

En el envolvimiento de los ventrículos contribuye también el cuerpo calloso, que, como puente (Call), une los dos hemisferios y constituye el techo ventricular. El cuerpo calloso envuelve la prolongación frontal del ventrículo lateral mediante la rodilla (Rlla); por detrás forma el rodete (Rte), cuando comienza la prolongación occipital. Observemos aquí mismo que las radiaciones ópticas (R Op) llegan a la cisura calcarina (Cal) cubriendo por encima la prolongación occipital del ventrículo lateral y que, en esta prolongación, se invagina la misma cisura calcarina (Cal), pues alcanza una profundidad extraordinaria. La invaginación de la cisura calcarina se realiza a lo largo y no a través de la prolongación occipital (figura 257). Cuando en la hidrocefalia el ventrículo se dilata, se va rechazando y comprimiendo la substancia blanca que margina el ventrículo, como es el cuerpo calloso, que se adelgaza, lo que explica el nivel submental del individuo. Igualmente se comprime la porción vertical de la cápsula interna en cuanto a las vías piramidales; de aquí los trastornos motores resultantes, que recuerdan la descerebración. En esta compresión participan las radiaciones ópticas; de aquí la ceguera, etc.

La secreción de líquido cefalorraquídeo por los plexos coroideos es influida por la actividad normal del allocortex en el mismo punto donde estos plexos se implantan. En estado patológico, se debe tratar de un proceso que asienta en los mismos plexos coroideos para que produzcan la hipersecreción y el cierre del drenaje por el agujero de Monro, como ya se ha indicado. Los plexos coroideos tienen además la misión de dar un informe térmico de la sangre que acarrean hacia el substrato regulador que corresponde, y en concreto, a la habénula, como ya se estudió en capítulos anteriores; de aquí la relación que tienen estos plexos con los procesos de hibernación, también indicados en otro lugar. Es natural que una excitación de los plexos, sobre todo a nivel de la habénula, lleva a la hipertermia. Varias enfermedades del sistema nervioso central acaban en una hipertermia considerable que determina la muerte del individuo. En casi todas ellas, se observa en la autopsia la afectación de los plexos coroideos, bien por una hemorragia ventricular o bien por una lesión de otro origen o a distancia que ha alcanzado dichos plexos.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Configuración interior del telencéfalo = Ventrículos laterales. Prolongación frontal. Prolongación temporal. Prolongación occipital. Encrucijada ventricular. Substrato de secreción cefalorraquídea.

CAPÍTULO 53

CONFIGURACIÓN EXTERIOR DEL TELENCÉFALO: ARTERIAS. CISTERNAS SUBARACNOIDEAS

CONFIGURACIÓN

El telencéfalo, en su crecimiento, adaptado a la cavidad craneal, se dispone en forma de *dos hemisferios*, simétricos lateralmente y separados por la hendidura interhemisférica, teniendo cada uno de ellos un polo frontal, uno occipital y otro temporal. Dichos hemisferios deben de ser observados lateral, medial y basilarmente.

LATERALMENTE (fig. 260) notemos que la corteza del centro del hemisferio formó la ínsula y que ésta fue enterrada en seguida por el crecimiento del isocortex, que la rebasa por encima y por debajo, dando lugar a la *cisura de Silvio* (Sil), que arranca del llamado *valle de Silvio* (VS) y ofrece varias prolongaciones, como son: la prolongación silviana caudal (Sil C), la silviana rostral superior (Sil S) y la silviana rostral inferior (Sil I). Separando los dos labios de la cisura de Silvio, apreciamos en el fondo la ínsula (fig. 261), que tiene un vértice anterior hasta el valle de Silvio (VS) bifurcado en una vertiente llamada prepiriforme (Prpr) y otra entorrinal (Entr), que se continúan con los allocortex de este nombre ya conocidos. La ínsula ofrece un surco principal que separa dos áreas: la superior, relacionada con la región prepiriforme para las imágenes aperitivas, y la inferior, relacionada con la región entorrinal para las imágenes afrodisíacas. El primer área suele estar dividida a su vez por dos pequeños surcos, mientras que el segundo área ofrece un solo surco; todos ellos paralelos al surco principal de la ínsula.

Notemos ahora (fig. 260) surcos normales al eje de crecimiento telencefálico, como son la *cisura de Rolando* (Ro) y la *perpendicular externa* (Per E), que apunta a la *primera temporal* (1.ª T) a través del *pliegue curvo* (Cur), ya conocido. Más surcos de crecimiento vienen a expresarse tardíamente como la primera *cisura frontal* (1.ª Fr) y la *segunda frontal* (2.ª Fr), que hacia atrás se bifurca para formar la *cisura prerrolándica* (PR), dando así lugar a un entrecruzamiento cisural que obliga el crecimiento de las áreas vivenciales, sobre todo la 46. Notemos igualmente el área 44 y el área 45, bajo la 46, limitadas por las prolongaciones silvianas rostrales. Distingamos parietalmente una amplia área cuyo crecimiento obliga a la formación de la *cisura parietal externa* (PE), que se bifurca hacia delante en la *retrorrolándica* (RR). Temporalmente, aparte de la primera temporal (1.ª T), tenemos la *segunda cisura temporal* (2.ª T), que hacia atrás se va a continuar con algunas *cisuras occipitales* (Occ).

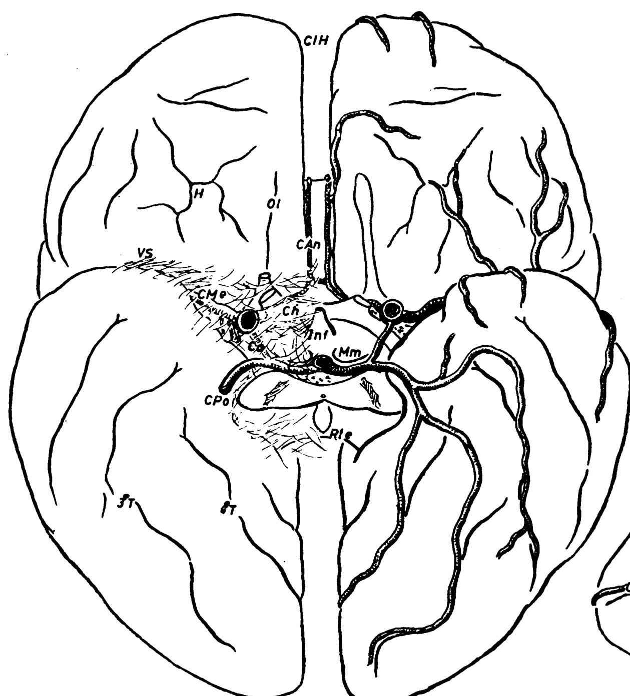
MEDIALMENTE (fig. 262), el hemisferio muestra zonas de interconexión, como son: el cuerpo calloso (Call), que tuvo que ser

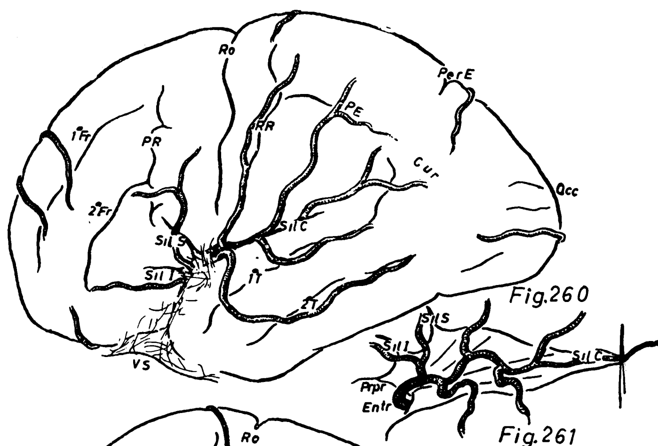
seccionado y que abraza al septum pellucidum (Sp). Nos son conocidos también detalles del allocortex del hipocampo (Hip), como es la fimbria (Fm), el fórnix (Fo), el periamigdaleum medial (Pa M), formando el *gancho del hipocampo,* así como el allocortex diagonal (Diag). En cuanto a detalles del isocortex, recordamos las cisuras fundamentales de crecimiento, como son: la *cisura frontal interna* (FI) y la *perpendicular interna* (Per I) (fig. 262), sin olvidar la *calcarina* (Cal). Como cisuras secundarias de crecimiento podríamos ver la *tercera temporal* (3.ª T) y la *cuarta temporal* (4.ª T). Igualmente la *parietal interna* (Pi).

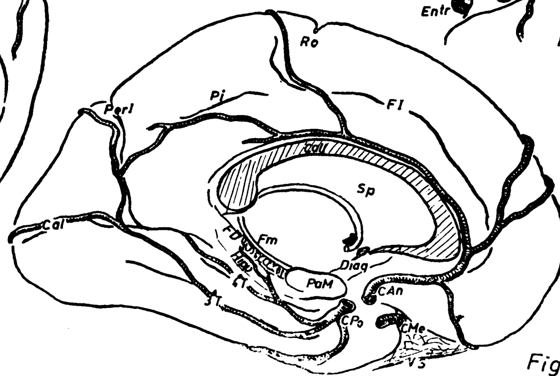
BASALMENTE (figura 259), el hemisferio muestra detalles ya conocidos, como es el *valle de Silvio* (VS), que separa el polo frontal del temporal. La referencia fundamental ha de hacerla la cisura interhemisférica (CIH), que separa ambos hemisferios, pues los detalles restantes son cisuras accesorias de crecimiento, como la *tercera temporal* (3.ª T) y la *cuarta temporal* (4.ª T), ya indicadas. El polo frontal en la parte orbitaria ofrece el *surco olfatorio* (Ol); por fuera de él, el *llamado surco en «H»,* y otro *marginal de la órbita.*

Si ahora observamos el neuroeje abordando interhemisféricamente, habremos de referirnos a los pedúnculos cerebrales, así como al diencéfalo. En este último se distingue el infundíbulo (Inf) y los tubérculos mamilares (Mm), detrás del quiasma y vías ópticas (Ch). Todo ello nos trae también el recuerdo de formaciones conocidas, como es el espacio perforado lateral[1] y el espacio perforado interpeduncular, cuyos límites y componentes deben de quedar presentes

[1] Interesa precisar el espacio perforado lateral, pues en él confluyen muchas formaciones como aquella encrucijada reticular striodiagonal y muchas otras adyacentes, cuyo significado crítico es bien patente (ESCOLAR, 1963) (ver desde las figuras 308 a la 315, del capítulo 55).







FIGS. 259, 260, 261 y 262. — Configuración exterior del telencéfalo, arterias y cisternas subaracnoides. Figura 259: Visión basal. Figura 260: Visión lateral. Si en esta misma figura se abre la cisura de Silvio, aparece el lóbulo de la ínsula (fig. 261). Figura 262: Visión medial del hemisferio.

ahora con la observación de la pieza natural. Ante todo puntualicemos una nueva formación: la llamada *hendidura de la base cerebral,* que separa fundamentalmente el hipocampo (Hip) de los pedúnculos cerebrales, hendidura que, hacia delante, termina en el espacio perforado lateral y, por lo tanto, en el valle de Silvio, y que por detrás se une transversalmente con la del lado opuesto ante el rodete del cuerpo calloso (Rte) (fig. 259).

ARTERIAS

El riego arterial del telencéfalo parte del *polígono de la base encefálica,* ya estudiado en lecciones anteriores. Recordemos que este polígono era la confluencia de ramas terminales del tronco basilar al bifurcarse formando las *arterias cerebrales posteriores* (CPo). Confluían también ramas terminales de la carótida interna al constituir la *cerebral anterior* (CAn), la *cerebral media* (CMe) y la *comunicante posterior* (Co). El polígono quedaba completo si teníamos en cuenta la *arteria comunicante anterior,* que unía las dos cerebrales anteriores (fig. 259). En estas condiciones, el polígono se tiende alrededor del infundíbulo y del quiasma, y en su dirección envía finísimas ramas nutricias, ya estudiadas a propósito del hipotálamo e hipófisis. Las ramas gruesas del polígono deben de ser referidas a las tres arterias cerebrales indicadas.

CEREBRAL ANTERIOR (CAn). Notemos (figuras 259 y 262) cómo asciende, marginando el cuerpo calloso, y después se dirige hacia atrás, para terminar hacia la cisura perpendicular interna, emitiendo ramas frontales ascendentes que rebasan a la cara externa.

CEREBRAL POSTERIOR (CPo). Notemos (figuras 259 y 262) cómo margina hacia atrás el hemisferio inferiormente y va emitiendo ramas temporales por su parte basilar hasta que termina la cisura calcarina, pudiendo anastomosarse aquí con la cerebral anterior. Esta arteria emite la vascularización para el hipocampo y para los plexos coroideos.

CEREBRAL MEDIA O SILVIANA (CMe). Observemos cómo se mete en el valle de Silvio (fig. 259), debiendo de seguir después por el fondo de la cisura de Silvio, irrigando por lo tanto a la ínsula (figs. 260 y 261), y llegando al pliegue curvo (fig. 260), donde termina. En su trayecto ha dado muchas ramas ascendentes de tipo frontal y parietal, así como varias ramas temporales que son descendentes. Cuando la silviana en sus comienzos pasó por el espacio perforado lateral, emitió entre otras perforantes una gruesa arteria que asciende entre el putamen y pallidum y que hemos conocido ya con el nombre de arteria de la hemorragia de la cápsula interna.

CISTERNAS

El líquido cefalorraquídeo subaracnoideo por acción de la gravedad se acumula mucho basalmente, aprovechando los *espacios y grietas subaracnoideas* existentes en esta zona. Dichos espacios, por la superficie cerebral, están limitados por la piamadre que tapiza íntimamente las circunvoluciones y el fondo de los surcos. El límite exterior corresponde a la aracnoides visceral, que salta en forma de puente entre los labios de los surcos y que, por lo tanto, no llega a la profundidad de los mismos. El espacio resultante o cisterna, ocupada por retículo aracnoideo y líquido cefalorraquídeo, permite el deslizamiento de los troncos arteriales que acabamos de estudiar. Las cisternas más importantes corresponden a la silviana situada en el valle de Silvio (VS). La *cisterna silviana* se continúa hacia afuera con la *cisterna insular,* y hacia adentro con la *cisterna quiasmática;* también se continúa con la *interpeduncular* y con la *cisterna de la base cerebral;* cisternas todas cuyo nombre indica su situación. Recordemos que la cisterna interpeduncular es la continuación de aquella basilar y, a su vez, de las pontocerebelosas y de la cisterna magna, ya estudiadas en capítulos anteriores.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Configuración exterior del telencéfalo. Arterias. Cisternas subaracnoideas. Cisura de Silvio. Prolongación caudal. Prolongaciones rostrales de la cisura de Silvio. Valle de Silvio. Ínsula. Surcos de la ínsula. Cisura de Rolando. Cisura perpendicular externa. Cisura prerrolándica y retrorrolándica. Cisura frontal interna. Cisura perpendicular interna. Cisura calcarina. Surcos temporales. Surco olfatorio. Surco marginal de la órbita. Cisura interhemisférica. Hendidura de la base cerebral = (Bichat). Espacios perforados lateral e interpeduncular. Hemisferios cerebrales. Visión dorsal. Visión basal. Visión medial. Arterias. Polígono arterial = Willis. Arterias cerebrales, anterior, media o silviana y posterior. Áreas de distribución. Cisternas. Cisterna silviana o insular. Cisterna quiasmática. Cisterna interpeduncular. Cisterna basilar. Cisternas pontocerebelosas. Cisterna magna.

CAPÍTULO 54

ENDOCRÁNEO, PAQUIMENINGE Y SENOS VENOSOS

Las formaciones adyacentes a la masa encefálica, que la protegen y ayudan en sus funciones, corresponden visiblemente a la caja craneal, cubiertas meníngeas y venas de drenaje allí incluidas. Todas ellas constituyen un conjunto diferenciado, referible a un eje común que resume funcionalmente la fundamental dirección de líneas de fuerza que desde el cráneo se aplican hacia la columna vertebral. Además, este eje coincide con el *eje longitudinal encefálico* o eje *infrapontín-quiasmático* (IPn-Ch) (figura 263). El eje que indicamos está definido, pues, por puntos conocidos: el quiasmático y el infrapontín, que refieren el eje longitudinal encefálico. Además hay otros dos puntos que refieren líneas de fuerza craneales: uno, el metopio (M), que las transmite hacia los cóndilos occipitales (Cond); cóndilos cuya interlínea ofrece el segundo punto de referencia; estando en línea recta los cuatro puntos indicados. La bóveda craneal acusa una gran convexidad en mutua relación con la cerebral, tan desarrollada. La base craneal, en cambio, forma un ángulo entrante a nivel de la silla turca, que es la zona que apenas tiene que expansionarse durante el crecimiento, pues coincide con la inflexión mesencefálica por intermedio de cisternas subaracnoideas ya conocidas. El entrante mesencefálico de la silla turca en la base craneal está acusado en relación a como se acusa la saliente convexidad craneocerebral de la bóveda [1].

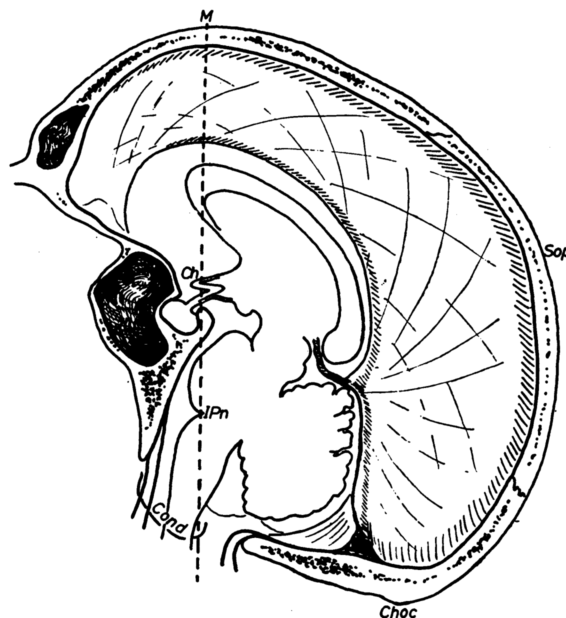


FIG. 263. — Endocráneo, paquimeninges y senos venosos, orientados en bloque con arreglo al eje longitudinal encefálico.

---

[1] El eje craneoencefálico que venimos considerando, ofrece no sólo un significado topométrico (para aplicación de sistemas de coordenadas en el espacio) y morfodinámico (como dirección fundamental de líneas de fuerza), sino, además, una referencia de crecimiento expansivo craneoencefálico, ya que allí confluyen centros inductores embrionarios que después se agotan y se constituyen en esqueleto (KUMMER, 1949). Para más detalles sobre mecanismos fundamentales de secreción del líquido cefalorraquídeo: WEED (1938).

Las fuerzas fundamentales (fig. 264) que se ejercen en el cráneo, se aplican en el *punto metópico o bajo* de resistencia (M); de allí se continúan líneas de resistencia que van bordeando la convexidad frontal, estableciendo en seguida un *arbotante anterior* (Ar A) que lleva el ala mayor del esfenoides y va a confluir al cóndilo occipital (Cond), concentrándose previamente en la lámina basilar (Bas). Existen líneas de fuerza craneales menos importantes, correspondientes al punto de soporte del peso o *punto soporte* (Sop) (fig. 263) y al punto que en la caída choca contra el suelo o *punto choque* (Choc). De estas zonas (como ya se estudió en capítulos del curso pasado) partían líneas de fuerza que formaban, en su mayor parte, un *arbotante posterior* (Ar P), apuntando así en seguida al cóndilo occipital (Cond) (fig. 264). También se hablaba de *arbotantes en puente* o intermedios, que unían transversalmente el arbotante anterior con el arbotante posterior, constituyendo una conexión superior (Ar Is) y otra in-

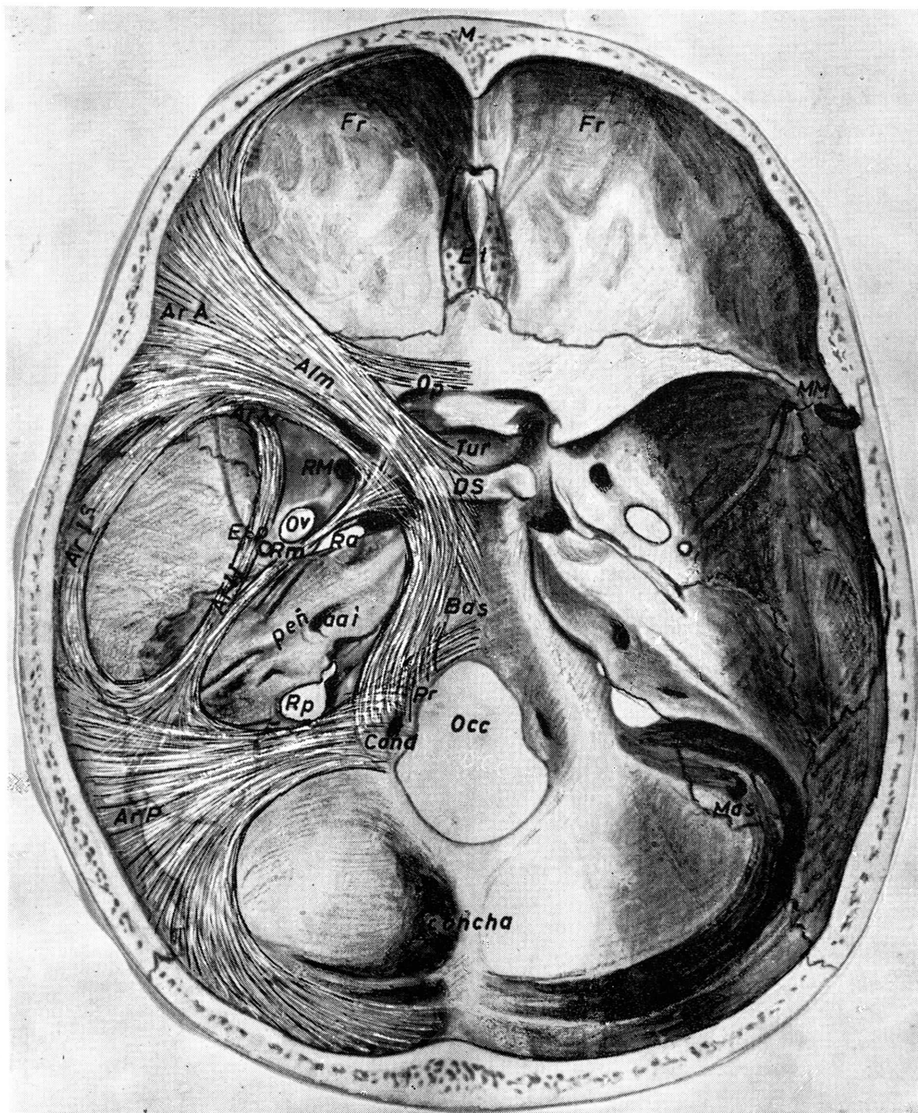


Fig. 264. — Piezas Iseas y líneas de fuerza del endocráneo, representadas esquemáticamente.

ferior (Ar II), resultando siempre un entrelazado arquitectónico de líneas de fuerza para transmitir al cóndilo occipital, desde aquellos tres puntos indicados en la bóveda craneal.

Durante la osificación se han ido formando placas esqueléticas que engloban estas líneas de fuerza, como son: el *esfenoides*, alrededor de la silla turca (Tur) (figura 264), con sus componentes alares, que deben ser recordados, viendo aquí que el ala mayor (Al M) y menor (Al m) del esfenoides reciben al arbotante anterior, mientras que la espina del esfenoides (Esp) recibe los arbotantes de interconexión. Otra placa ósea es la que forma la *apófisis basilar* (Bas), que sigue hacia atrás bordeando el agujero occipital (Occ) y se continúa con la concha del mismo nombre (fig. 264). Notemos más formaciones óseas, a base del *frontal* (Fr) por delante, así como la *concha* y *peñasco* del temporal (Peñ) por los lados, aprovechando las líneas de fuerza. La BASE DEL CRÁNEO así dispuesta, ofrece relieves y fosas: la *fosa cerebral anterior* para alojar el polo frontal del cerebro; la *fosa cerebral media* para los polos temporales del cerebro, unidos en la silla turca para la hipófisis; por último, la *fosa cerebral posterior* para albergar el cerebelo. No-

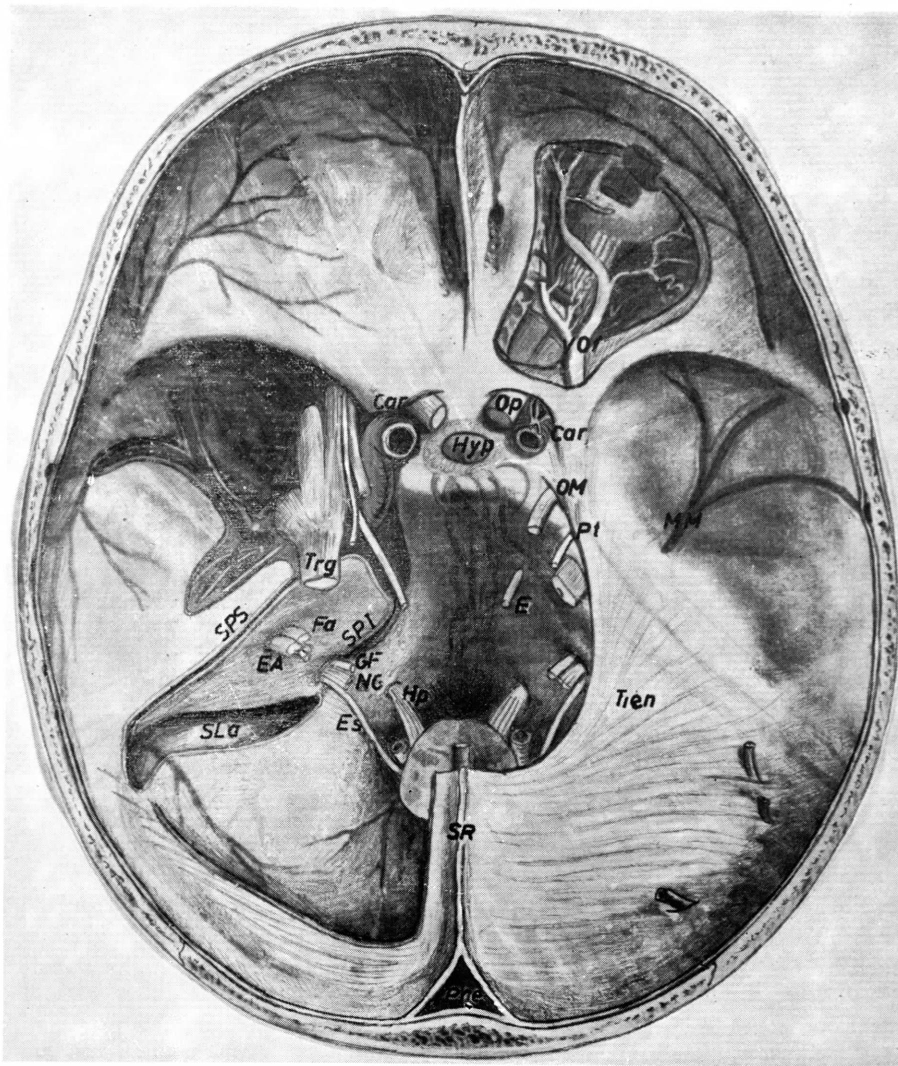


FIG. 265. — Aspecto de la paquimeninge endocraneal.

temos en dichas fosas orificios y otras huellas de paso de vasos y nervios craneoencefálicos.

En la *fosa cerebral anterior* están los nerviecillos olfatorios para meterse en la lámina cribosa y llegar al bulbo olfatorio (fig. 265). También están los nervios ópticos pasando por el agujero óptico (Op).

En la *fosa cerebral media* notemos la hendidura esfenoidal entre las dos alas del esfenoides, que deja el paso de los tres nervios oculares motores, así como a la primera rama sensitiva del trigémino u oftálmica (Of). Notemos el agujero redondo mayor para el paso del nervio maxilar (Mx) y el agujero oval para el paso del nervio mandibular (Mn). También está aquí el agujero redondo menor para el paso de la arteria meníngea media. Notemos, en fin, el ganglio de Gasser sobre la fosita de su nombre recogiendo las tres ramas sensibles trigeminales indicadas; notemos, por último, el trayecto de la arteria carótida interna (Car), a ambos lados de la silla turca e incurvándose al cerebro a nivel de las apófisis clinoides anteriores.

En la *fosa cerebral posterior*, bien demarcada por el borde libre del peñasco, notamos el agujero auditivo interno (AI) por donde pasa el facial, gustativo y estatoacústico; el agujero rasgado posterior (RP) por donde pasa el glosofaríngeo, el neumogástrico y el espinal; el agujero precondíleo por donde pasa el hipogloso y, por último, el gran agujero occipital (Occ). (Estúdiese en el hueso.)

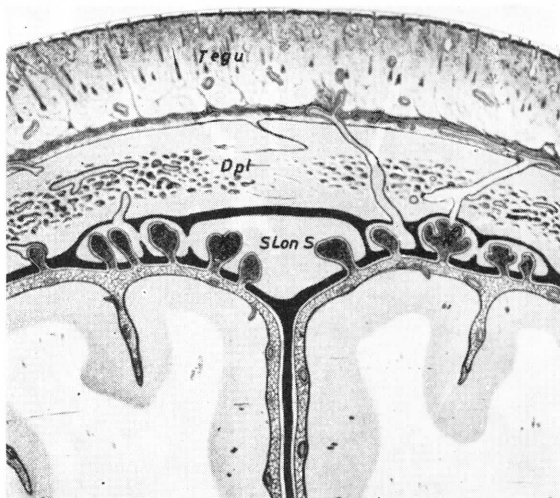


FIG. 267. — Corpúsculos de drenaje cefalorraquídeo (X) hacia el seno longitudinal superior (S Lon S) principalmente. (Tegu) Tegumento. (Dpl) Diploe.

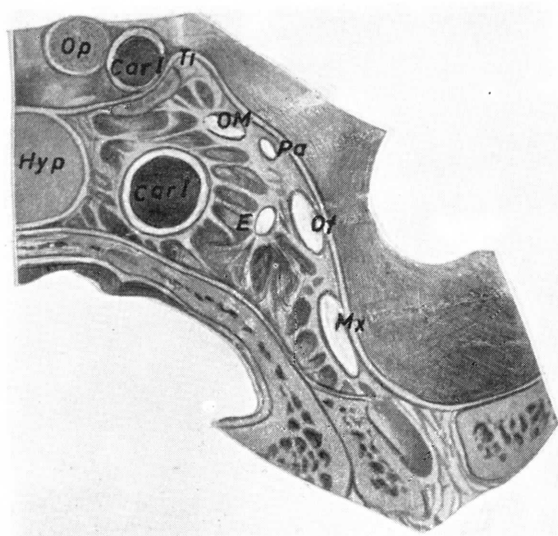


FIG. 266. — Seno cavernoso cortado. (Hyp) Hipófisis. (Car I) Carótida interna. (Op) Nervio óptico. (OM) Nervio oculomotor común. (E) Nervio oculomotor externo. (Pa) Patético. (Of) Nervio oftálmico. (Mx) Nervio maxilar.

Respecto de MENINGES, debemos apuntar que aquí la duramadre y el endoostio forman un conjunto llamado paquimeninge, no existiendo espacio grasiento epidural intermedio como ocurría en el caso del raquis. De la cubierta paquimeníngea derivan una serie de tabiques, paquimeníngeos también, que se introducen profundamente para mejor sostén y protección de las formaciones encefálicas y de sus nervios. Estos tabiques se distinguen, por su forma, en tiendas y hoces.

Las *tiendas meníngeas* son: la del cerebelo (Tien) (figs. 263 y 265), que tapando el cerebelo superiormente, va a insertarse al borde libre del peñasco, dejando un anillo de abrazamiento para el neuroeje, anillo o entrada a la tienda, que en los casos de desviación patológica del neuroeje, lo comprime, causando los signos de descerebración. La tienda del cerebelo se prolon-

ga cubriendo el ganglio de Gasser y formando, por lo tanto, tienda a dicho ganglio. Se prolonga también cubriendo la hipófisis, dejando solamente un orificio para el paso del tallo hipofisario. Por último, se refuerza entre las apófisis clinoides anteriores y las clinoides posteriores (fig. 265), para proteger el manojo de nervios y carótida allí existentes, a los que cubre.

Entre las *hoces meníngeas* está la del cerebro (HC) y la del cerebelo (HCl), cuya disposición debe hacerse directamente (figura 263). Estas hoces, juntamente con las tiendas, forman tabicaciones rectangulares que alojan y protegen perfectamente las formaciones nerviosas que se encuentran en situación crítica.

Las VENAS DE DRENAJE, en su mayoría, han quedado en el espesor de la paquimeninge, no pudiendo ser comprimidas, pues las dilatan las tiranteces hacia afuera de los tabiques meníngeos por donde caminan. Por eso, estas venas reciben el nombre de senos de la duramadre y quedan siempre abiertas, manteniendo la presión negativa, que corresponde a la succión descendente por causa de la gravedad, cuando el individuo está en pie. Distinguimos senos de la bóveda y senos de la base.

Entre los *senos de la bóveda* está la llamada *prensa de Herófilo* (figs. 263 y 265), que va a recibir el *seno longitudinal superior* (SIS) y el *seno longitudinal inferior* (SLi), que caminan por el borde superior e inferior de la hoz cerebral, respectivamente; el *seno recto* (SR), que recibe el seno longitudinal inferior y las venas coroideas (Cor). Por último, los *senos laterales* (SLa), que drenan la prensa de Herófilo y después continúan marginando la tienda del cerebelo, primero, y descendiendo junto al peñasco después, imprimiendo aquí fuerte huella. Así alcanzan el agujero rasgado posterior.

Entre los *senos de la base* está el seno *cavernoso* (Car), que aprovecha los intersticios que le dejan la carótida y los nervios oculomotores, haciéndose por ello anfractuoso. Notemos cómo a través de la hendidura esfenoidal recibe la *vena oftálmica* y cómo drena hacia el seno lateral mediante el llamado *seno petroso superior* (SPS) y *seno petroso inferior* (SPI) y hacia el plexo raquídeo a través del agujero occipital.

El drenaje de los dos grupos de senos se hace fácilmente hacia abajo cuando el individuo está en pie; por la vena yugular, a través del agujero rasgado posterior; por los plexos raquídeos, traspasando el agujero occipital; en fin, por los plexos venosos de la faringe, a través del agujero rasgado anterior. Cuando el individuo está acostado lateralmente, drena mediante las venas mastoideas (Mas). Cuando el individuo está acostado en decúbito supino, le ayuda también el drenaje de las venas emisarias parietales (Em). En decúbito supino el seno cavernoso recibe fácilmente drenaje de la parte de vena oftálmica que recoge sangre del labio superior. Ello puede determinar un acarreo hacia el endocráneo de las infecciones de dicho labio.

La presión negativa de los senos dispone la formación de los corpúsculos de drenaje de líquido cefalorraquídeo (X), que no es otra cosa que una evaginación de bolsas aracnoideas en lagos de los senos venosos, sobre todo en el longitudinal superior (SLonS), que es donde la presión negativa se hace más acusada (fig. 267).

La disposición endocraneal, meníngea y venosa que acabamos de indicar, y también de algunas arterias meníngeas, nos habla sobre el alcance de las fracturas de la base del cráneo, transmitidas desde la bóveda, haciéndonos comprender su obligada gravedad. Un traumatismo craneal que no llegue a la base suele repercutir con mucha frecuencia en el arbotante anterior (ArA), donde se reúnen cuatro huesos craneales y por donde pasa la arteria meníngea media que va en el espesor de la paquimeninge, pero que se afecta con frecuencia al conmocionarse esta encrucijada ósea, de graves consecuencias, pero de posible tratamiento.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

ENDOCRÁNEO. Paquimeninges. Senos venosos de la duramadre. Eje pontinquiasmático. Transmisión de líneas de fuerza en la *base del cráneo*. Aplicación de las líneas de fuerza en la *bóveda del cráneo*. Esfenoides occipital. Peñasco endocraneal. Fosas cerebrales: Anterior, media y posterior. Tienda del cerebelo. Tienda del ganglio de Gasser. Tienda de la hipófisis. Hoz del cerebro. Hoz del cerebelo. Senos venosos de la bóveda. Senos venosos de la base. Drenaje endoexocraneal. Corpúsculos drenadores de líquido cefalorraquídeo.

CAPÍTULO 55

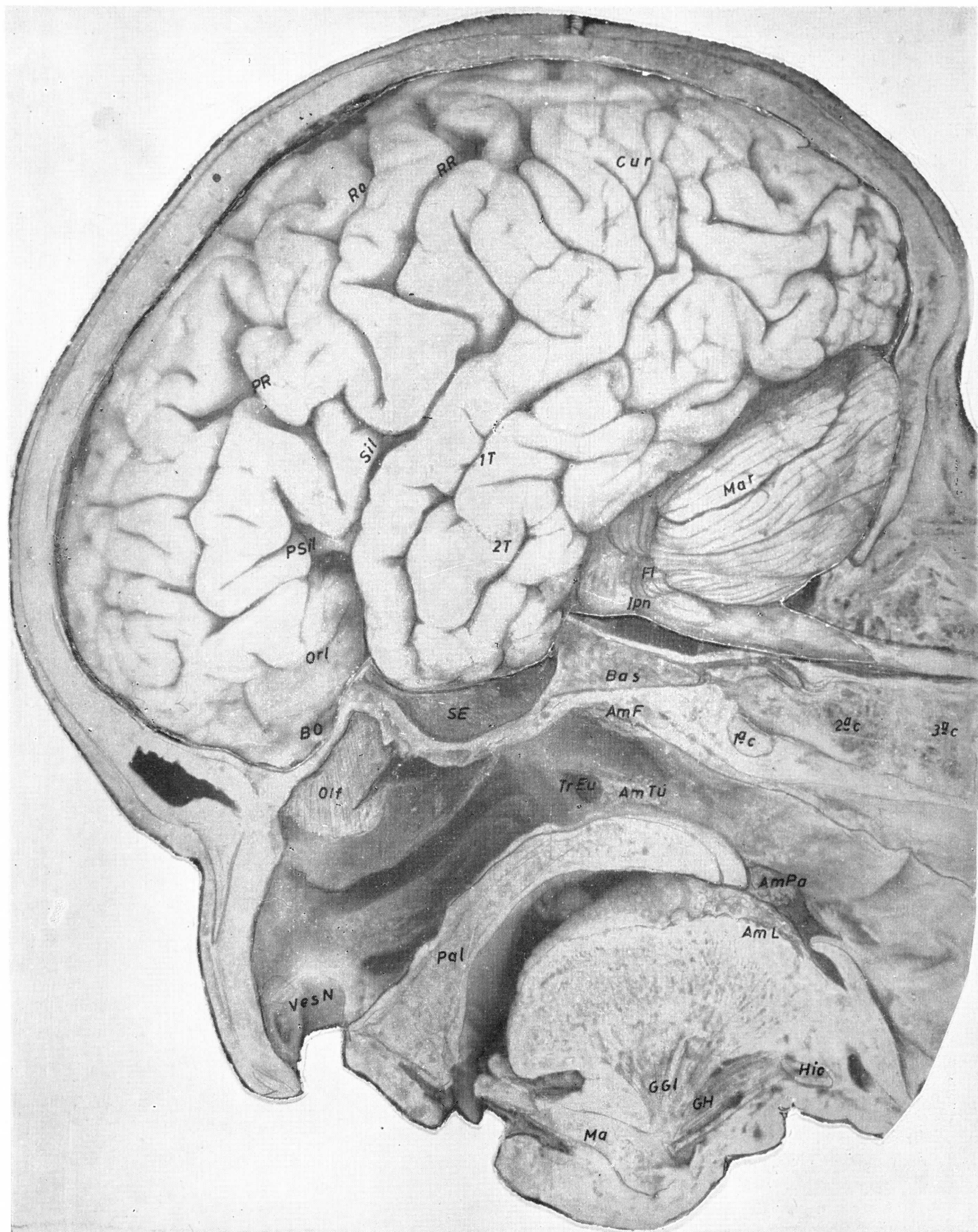
TOPOGRAFÍA CRANEOENCEFÁLICA. ATLAS TOPOMÉTRICO

Todo conocimiento adquirido, aunque sea de carácter fundamental, va siempre orientado hacia lo aplicativo, ya que la meta de nuestra carrera es un ejercicio profesional. En algunas ocasiones, esta orientación puede plantearse precozmente. Tal es el caso del sistema nervioso central, que estudiado bajo el punto de vista de su topografía craneoencefálica puede destacar algunos matices aplicativos.

La TOPOGRAFÍA CRANEOENCEFÁLICA ofrece un concepto unitario de situación, cuyo proceder de estudio es fundamentalmente radiológico. Una radiografía resulta eficaz cuando los elementos a estudiar allí ofrecen densidades a los rayos X suficientemente diferentes para que el contraste se establezca. Las mayores densidades expresan manifiesta sombra y a la vez mayor dificultad a la penetración de los rayos. Las sales inorgánicas depositadas en un hueso ofrecen una densidad mucho mayor que un armazón proteínico; a su vez, tal armazón proteínico debe de ser más denso que los humores circulantes.

RADIOGRAFÍA ENCEFÁLICA

La cabeza por RADIOGRAFÍA en posición puramente lateral, cae dentro del más apropiado campo anatomotopográfico de estudio, proyectando numerosos contrastes. La sombra del hueso tiene perfiles netos, máxime por cuanto que el perfil endocraneal suele ser cisternal en muchos puntos; tal es el caso de la cisterna basilar, la interpeduncular, la quiasmática, etc., que no solamente definirá el perfil óseo, sino también el perfil de la base encefálica, con la que a veces contactan. Naturalmente que el contraste no será suficiente si las cisternas están ocupadas por el líquido cefalorraquídeo, como habitualmente ocurre. Clínicamente estas cisternas pueden ser insufladas con aire. En la pieza anatómica a la que nos referimos (fig. 276), que está cortada sagitalmente, se ha perdido el líquido cefalorraquídeo y sustituido por aire, lo cual permite un buen contraste radiográfico (figura 290). En cuanto al líquido cefalorraquídeo ependimario y, por lo tanto, ventricular, su contraste siempre es nulo prácticamente, dado su reducido volumen, lo que impide aquí localizar muchas formaciones nerviosas que se refieren en su perfil. En la pieza anatómica cortada sagitalmente que venimos observando (figs. 276 y 277) y que pretendemos radiografiar, repletamos con pasta de minio todas las cavidades ventriculares, precisando sus anfractuosidades y recesos. Estas referencias son también detectadas en clínica, al poder alojar fácilmente una burbujilla de aire insuflada, que se le haya conseguido hacer llegar allí ayudando con cambios posicionales del individuo.


Cur
RR
Ro
PR
Sil
1T
Mar
2T
PSil
Fl
Ipn
Orl
Bas
SE
AmF
BO
1ªc
2ªc
3ªc
Olf
TrEu
AmTu
AmPa
AmL
Pal
VesN
Hio
GGl
GH
Ma

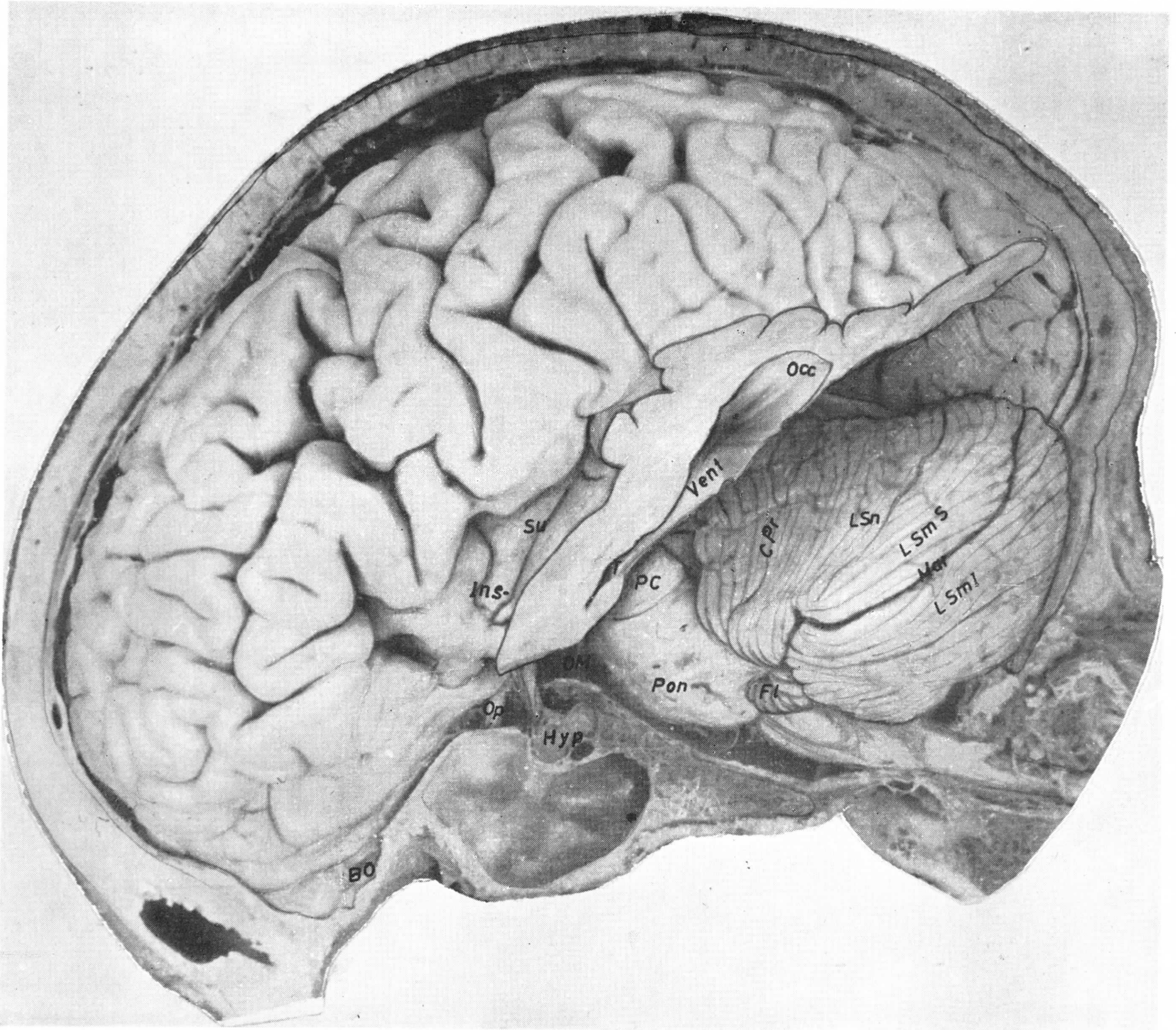


FIG. 269. — Resecando el polo temporal de la figura anterior, se aprecia casi toda la ínsula (Ins), dividida por surco longitudinal (Su). El ventrículo lateral (Vent) queda abierto desde su prolongación temporal a la occipital (Occ). Queda también manifiesto el cerebelo en su cara posterior, que muestra la cisura prima (C Pr), el lóbulo sencillo (L Sn), el lóbulo semilunar superior (L Sm S), la cisura marginal (Mar) y el lóbulo semilunar inferior (L Sm I). Nótese bien claro: El puente (Pon), el pedúnculo cerebral (PC) y el flóculo (Fl). Más basalmente merece reseñarse: El bulbo olfatorio (BO), el nervio óptico (Op), la hipófisis (Hyp) y el nervio oculomotor (OM).

FIG. 268. — Aspecto endocraneal de la masa encefálica in situ, lateralmente, una vez resecado el hueso y meninges hasta la misma línea media. Nótese hacia la convexidad: La cisura de Rolando (Ro). (PR) cisura prerrolándica. (RR) cisura retrorrolándica. (Cur) pliegue curvo. (1T) primera cisura temporal. (2T) segunda cisura temporal. (Mar) surco marginal del cerebelo. Hacia la base nótese: (Orl) surco orbital lateral. (BO) bulbo olfatorio. (SE) seno esfenoidal. (Bas) lámina ósea basilar. (Ipn) surco infrapontino. (Fl) flóculo cerebeloso. En las fosas nasales: (Olf) área de distribución olfatoria. (Ves N) vestíbulo nasal. (Tr Eu) trompa de Eustaquio. (Am Tu) amígdala tubárica. (Pal) paladar. Por parte de la boca: (Am Pa) amígdala palatina. (Am L) amígdala lingual. (Ma) sínfisis mandibular. (Ggl) geniogloso. (GH) geniohioideo. (Hio) Hioides.

En clínica se obtienen contrastes parecidos insuflando el aire en la cisterna magna, previa evacuación de una cantidad análoga de líquido cefalorraquídeo: si la posición de la cabeza es la apropiada en flexión para que la cisterna magna reciba directamente la insuflación hasta su profundidad y se escape poco aire a las cisternas pontocerebelosas, entonces la lámina tectoria se encuentra suficientemente estirada y

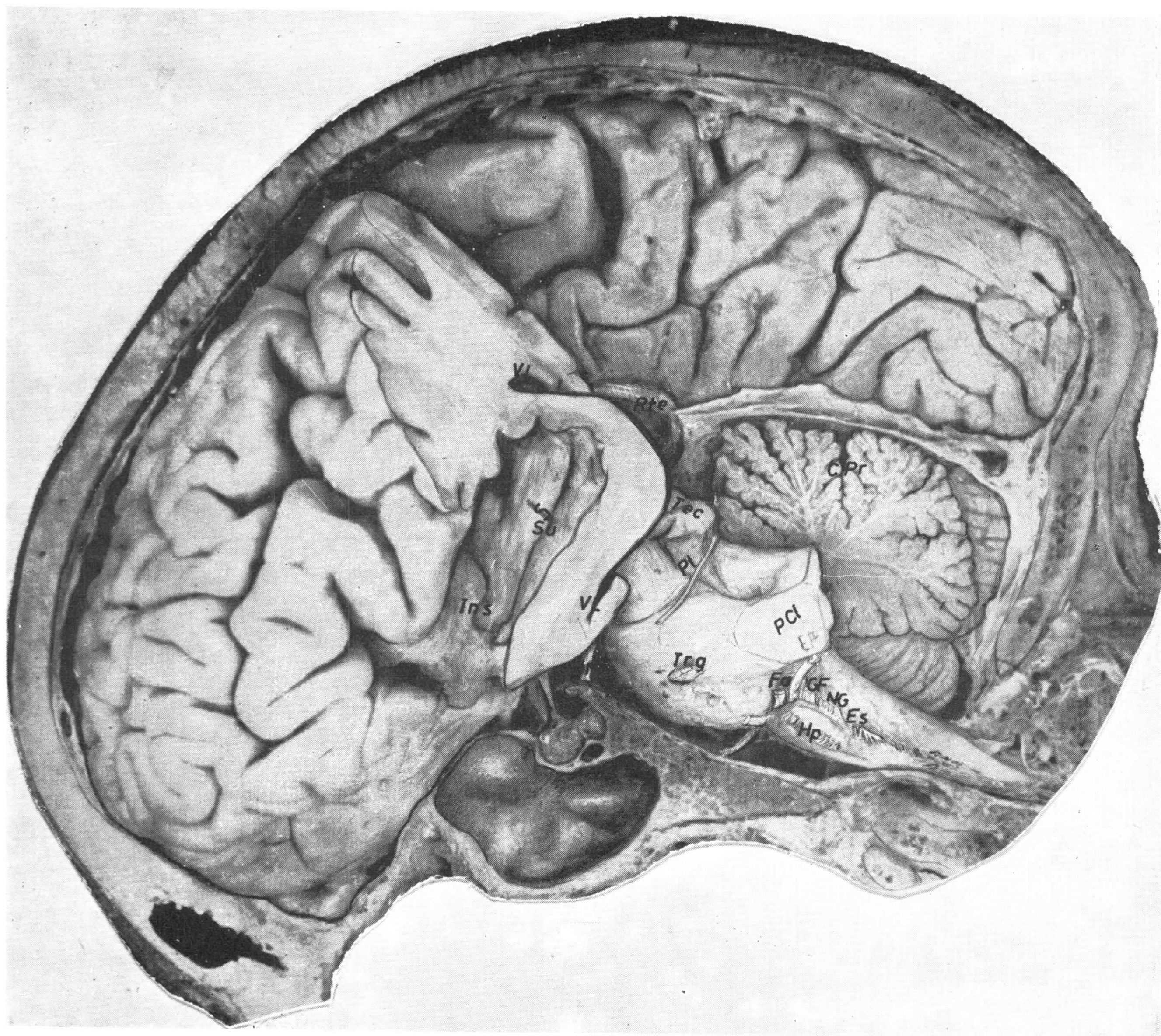


FIG. 270. — Siguiendo el corte del hemisferio cerebral y resecando prácticamente todo el lóbulo parietal de la figura anterior: Queda descubierto el ventrículo lateral más ampliamente hacia arriba y hacia abajo (VL). Queda mejor demostrada la ínsula (Ins) y su surco medio principal (Su). Si además se cortan los pedúnculos cerebelosos (P Cl) y se reseca la mitad izquierda del cerebelo hasta el plano sagital, entonces quedaría descubierto, in situ, todo el tronco encefálico mostrando la salida de los pares craneales a saber: (OM) oculomotor común, (PT) patético, (E) octilomotor externo, (Es) espinal. Igualmente salen los nervios mixtos como el (Trg) trigémino, (Fa) facial-gustativo, (Gl) glosofaríngeo, (NG) neumogástrico. Señalemos igualmente los nervios exclusivamente sensibles referidos al tronco estatoacústico (EA). Nótese la cisura prima del cerebelo (C Pr).

con sus dehiscencias cefalorraquídeas bien abiertas. Así el aire podrá penetrar en buena cantidad al cuarto ventrículo y ascenderá al ventrículo medio y los laterales, distribuyéndose por sus recesos, en relación con la posición del individuo, ya que las burbujas deben ocupar siempre la parte más culminante del nivel líquido que recorren. Una posición favorable de las burbujas se consigue haciendo rotar la posición total del individuo, tomando como eje de rotación la línea de dirección de los rayos X, con lo cual estos rayos conservan su misma incidencia en la placa. Obtenida, pues, una serie de radiografías en distintas rotaciones, se podrían superponer los perfiles en todas las placas pertenecientes a un mismo tipo de rotación posicional, y se obtendría un calco, cuyos fundamentales incidentes correspondiesen a distintas posiciones críticas de las burbujas, dando un resultado algo parecido a los detalles la radiografía que se presenta. En el calco radiográfico, expresión fiel de los detalles de un caso clínico concreto, cuyo problema se trata de estudiar, se pueden trazar varios ejes, como el conocido metópico occipital, que es el mismo infrapontinquïasmático, también conocido. Igualmente puede trazarse el comisuromamilar, que es paralelo. Después pueden considerarse planos normales, como son el comisural anterior (CA), el quiasmático (Chi), el infundibular (Inf), el supramamilar (M), el inframamilar (IM) y el comisural posterior (CP). La distancia de unos planos a otros podrá comprobarse en cada caso y variará naturalmente respecto del que presentamos, pero esas variaciones son tenidas en cuenta en cada caso concreto. De esta suerte, tomando como base el calco sagital que tenemos (figs. 276 y 291), así como el eje y planos que se trazan, pueden aplicarse procedimientos clínicos para localizar tridimensionalmente un punto determinado y hacer llegar allí una aguja de coagulación o de inyección. Muchas zonas van siendo coaguladas directamente por estereotaxis para tratar diversas enfermedades del sistema motor.

Hoy día la experiencia permite seguir concediendo atención a algunos puntos para realizar estereotaxis, cuya indicación es la siguiente: Se trata de trastornos motores, expresados en temblores y faltas de regulación, de origen cerebeloso, ya que el cerebelo, que envía conexiones normalmente al cerebro a través del núcleo ventral lateral del tálamo, cuando está enfermo proporciona informes equivocados. Esta enfermedad, llamada disquinesia cerebelosa, tiene su tratamiento estereotáxico al coagular el núcleo ventral lateral del tálamo, pues entonces se suprimen los informes falsos, que éste envía al cerebro, lo que es siempre preferible para que el cerebro, aunque se encuentre en déficit informativo, pueda así acomodar su función mejor que con información falsa.

La radiografía de la cabeza dispuesta a ser estudiada ofrece contrastes óseos, cisternales y ependimarios, suficientes para estudio topográfico. Ante la radiografía (figuras 290 y 291) hacemos el estudio en el siguiente orden:

Contrastes óseos (fig. 291, comparando con la fig. 290, y también las figs. 276 y 277). Obsérvese el perfil de la convexidad y la sombra, uniformemente densa, de la tabla ósea. Para poder contrastar los tres puntos de resistencia, clásicos de la bóveda craneal, hay que aumentar la penetración de los rayos X hasta debilitar las sombras de las zonas interresistentes. Obsérvese el perfil de la apófisis basilar frente al metopio, del que debe recibir líneas de resistencia (discrimínese las sombras de superposición que la enmascaran). Obsérvese en la base del cráneo la fosa cerebral anterior con la línea cribosa (Crb) y el techo orbitario (Orb), la fosa cerebral media con la silla turca (Hyp), clinoides anterior (ClA) y posterior (ClP), así como ala (AlM) del esfenoides y peñasco (Pet); la fosa cerebral posterior, donde deben distinguirse los límites anterior y posterior del agujero occipital, así como tres sombras escalonadas en él, que de abajo arriba son: cóndilos (Con), mastoide (Mas) y seno lateral (SenL).

Contrastes cisternales: Distíngase la cisterna interpeduncular, limitada,

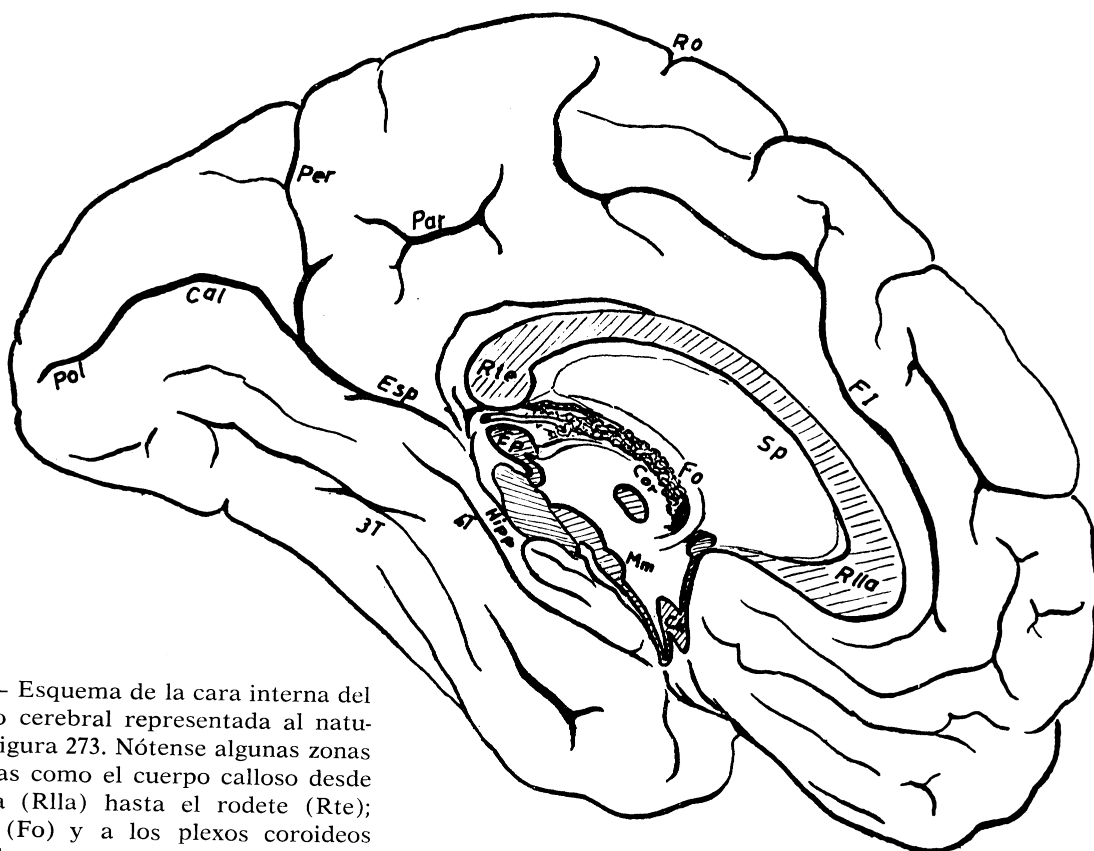


Fig. 271. — Esquema de la cara interna del hemisferio cerebral representada al natural en la figura 273. Nótense algunas zonas seccionadas como el cuerpo calloso desde su rodilla (Rlla) hasta el rodete (Rte); el fórnix (Fo) y a los plexos coroideos (Cor) del tercer ventrículo. Más hacia abajo, y siguiendo la superficie del corte sagital, observamos la epífisis, el cuerpo mamilar (Mm) y el quiasma (Ch). En la corteza cerebral, frontalmente, está la cisura, frontal interna (FI), que se refleja detrás de la raíz de la cisura de Rolando (Ro). Notemos más atrás la cisura parietal interna (Par) y más atrás aún, la cisura calcarina (Cal) con su parte polar (Pol) y su parte esplenial (Esp). Sobre la cisura calcarina (Cal), está la cisura perpendicular (Per). En la parte más baja, el hipocampo (Hipp), el tercer surco temporal (3T) y el cuarto (4T).

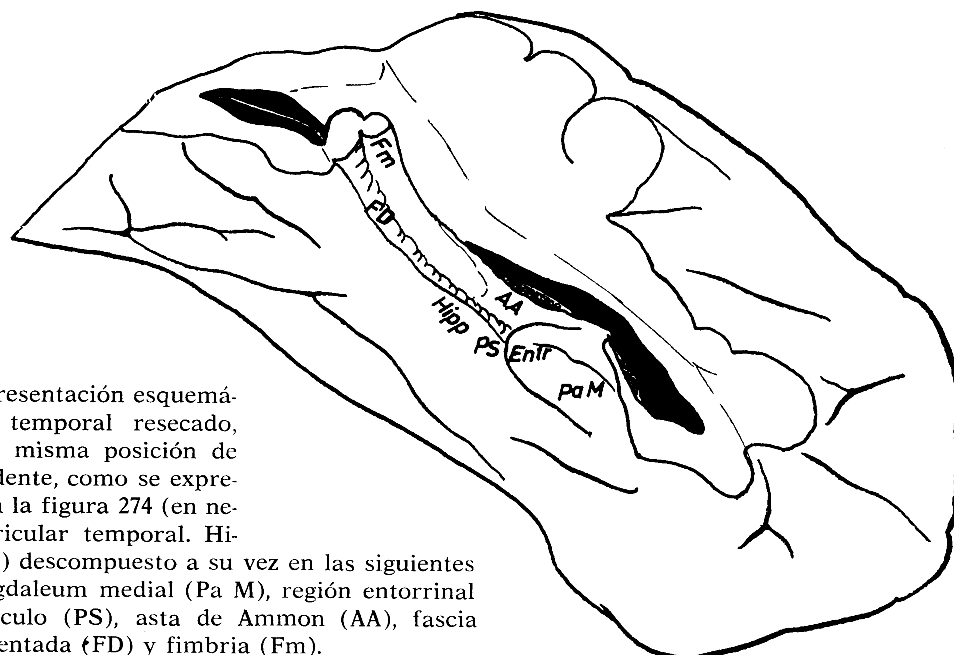


Fig. 272. — Representación esquemática del polo temporal resecado, conservando la misma posición de la figura precedente, como se expresa al natural en la figura 274 (en negro). Luz ventricular temporal. Hipocampo (Hipp) descompuesto a su vez en las siguientes áreas: Periamigdaleum medial (Pa M), región entorrinal (Entr), presubículo (PS), asta de Ammon (AA), fascia dentada (FD) y fimbria (Fm).

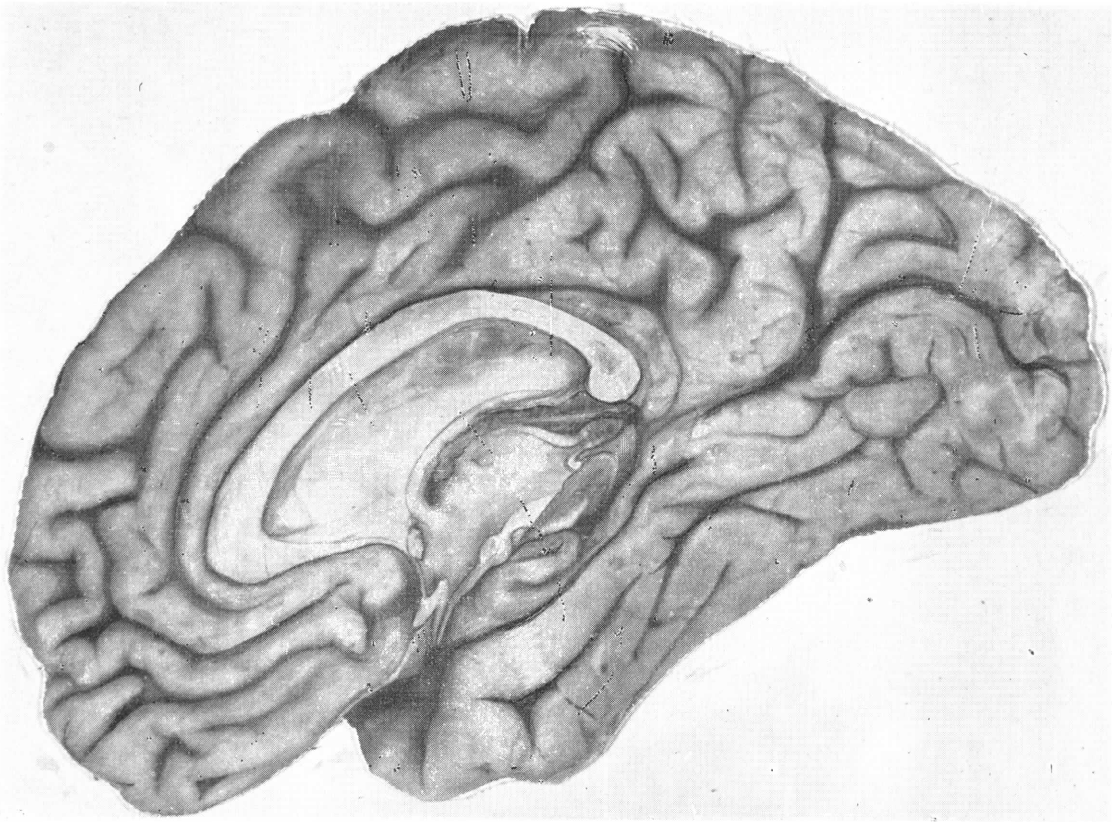


FIG. 273. — Cara interna del hemisferio.

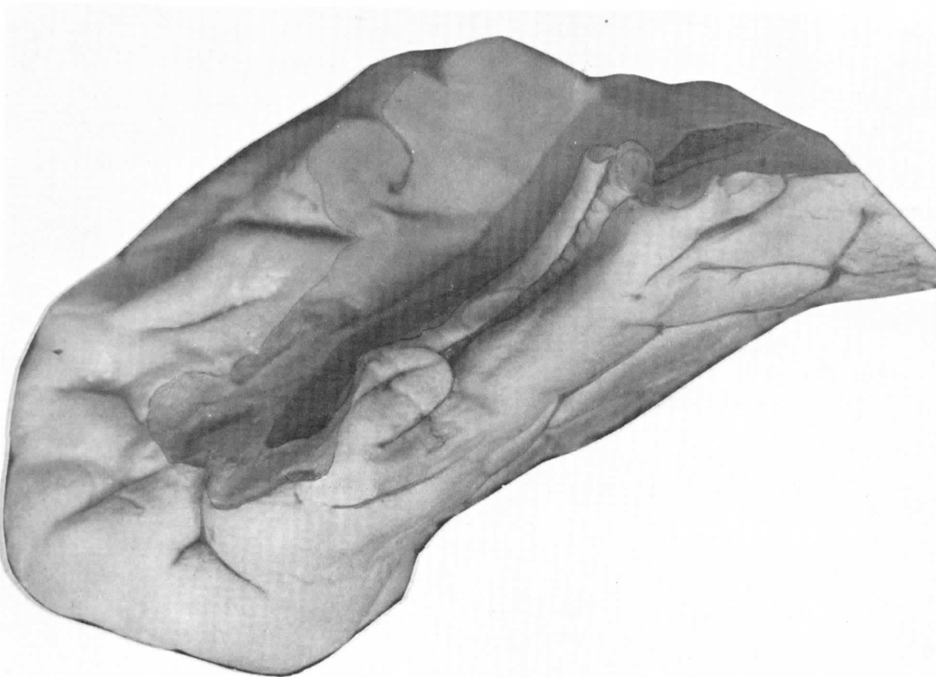


FIG. 274. — Polo temporal resecado (2 x).

delante, por el dorso de la silla turca (ClP), y detrás, por la protuberancia (Pon), debiendo notar aquí mismo que un contraste de minio introducido intencionalmente en el espacio perforado interpeduncular delimita el fondo de la fosa supraprotuberancial (SPon). La cisterna basilar no se nota a causa de la superposición del peñasco, pero un punto de minio que se mete en el surco infraprotuberancial (X) se puede detectar radiológicamente, viéndolo coincidir en la misma proyección lateral del agujero auditivo externo (AAE).

Contrastes ependimarios: Nótese el epéndimo ascendiendo hasta el cuarto ventrículo (V4.º), así como el receso lateral de este mismo ventrículo (rl V4.º). Más arriba se aprecia el acueducto del mesencéfalo, y ya en el ventrículo medio (V3.º) se detectan una serie de relieves correspondientes a recesos y formaciones ventriculares importantes, como son: el cuerpo mamilar (M) y su receso; el infundíbulo (Inf) y su receso; el quiasma (Chi) y el receso supraquiasmático; la comisura anterior (CA) con dos recesos limitantes; el agujero de Monro (Mon) con su límite anterior o fórnix y su límite posterior en los plexos coroideos; el receso pineal (Pin) y la comisura posterior (CP). En el ventrículo lateral sigue contrastándose el cuerno frontal del ventrículo lateral (Cf vl), el cuerno occipital (Co vl) y el cuerno temporal (Ct vl); todos ellos a base de minio en sus zonas de terminación; el cuerpo y encrucijada del ventrículo lateral, a pesar de no estar repletos con minio, ofrecen suficiente contraste por contener abundante aire.

Contrastes radiológicos del riego arterial encefálico se hacen clínicamente para detectar tumores endocraneales por la simetría de desviación y de distribución de las ramas arteriales en los márgenes del tumor. La inyección arterial de yoduro sódico es el contraste elegido y su estudio concreto sale completamente del campo anatómico en que nos encontramos.

Topografías a base de referencias exteriores provisionales son necesarias en algunas circunstancias clínicas apremiantes, interesando en estos casos la topografía de la cisura de Rolando y de la cisura de Silvio sobre la superficie craneal. Muchos métodos han sido utilizados, teniendo casi todos matices personales en relación con las circunstancias (fig. 292). Podemos recomendar el que toma como referencia el perímetro nasioinion. El punto medio del perímetro (R) marca una directriz que apuntando hacia la concavidad del borde retromalar (M) determina la cisura de Rolando. El punto medio de la mitad posterior del perímetro nasioínico (X), marca una directriz que llega hasta el tubérculo retromalar y determina aquí el mismo trazo de la cisura de Silvio (S). El entrecruzamiento de las dos líneas puede marcar aproximadamente el punto de hemorragia de la arteria meníngea en los traumatismos craneales.

ATLAS TOPOMÉTRICO (figs. 268 a 315)

La referencia básica para topografía encefálica corresponde a su visión lateral, pues es la más ampliamente desarrollada en superficie. Su extensión es lo suficiente para posibilitar la proyección de detalles de profundidad sin excesivas superposiciones. Esta visión lateral ofrece, además, el fundamento para el trazado de los ejes encefálicos principales y de los planos normales a los mismos que proporcionen una cuadrícula topométrica en el espacio. La visión basal y dorsal de la masa encefálica, ofrece más reducida extensión; sin embargo, los panoramas sucesivos que se van obteniendo por maniobras de disección y de reconstrucción, deben servir de eficaz complemento.

Visión lateral

Resecando todo el cráneo y meninges hasta la línea sagital media y dejando la masa encefálica completa in situ, apreciamos el saliente del polo temporal (fig. 268). Resecando justamente este polo temporal, pero dejando el polo occipital en su mayor parte, apreciamos (fig. 269) casi toda la ínsula y el ventrículo lateral (Vent) abierto desde

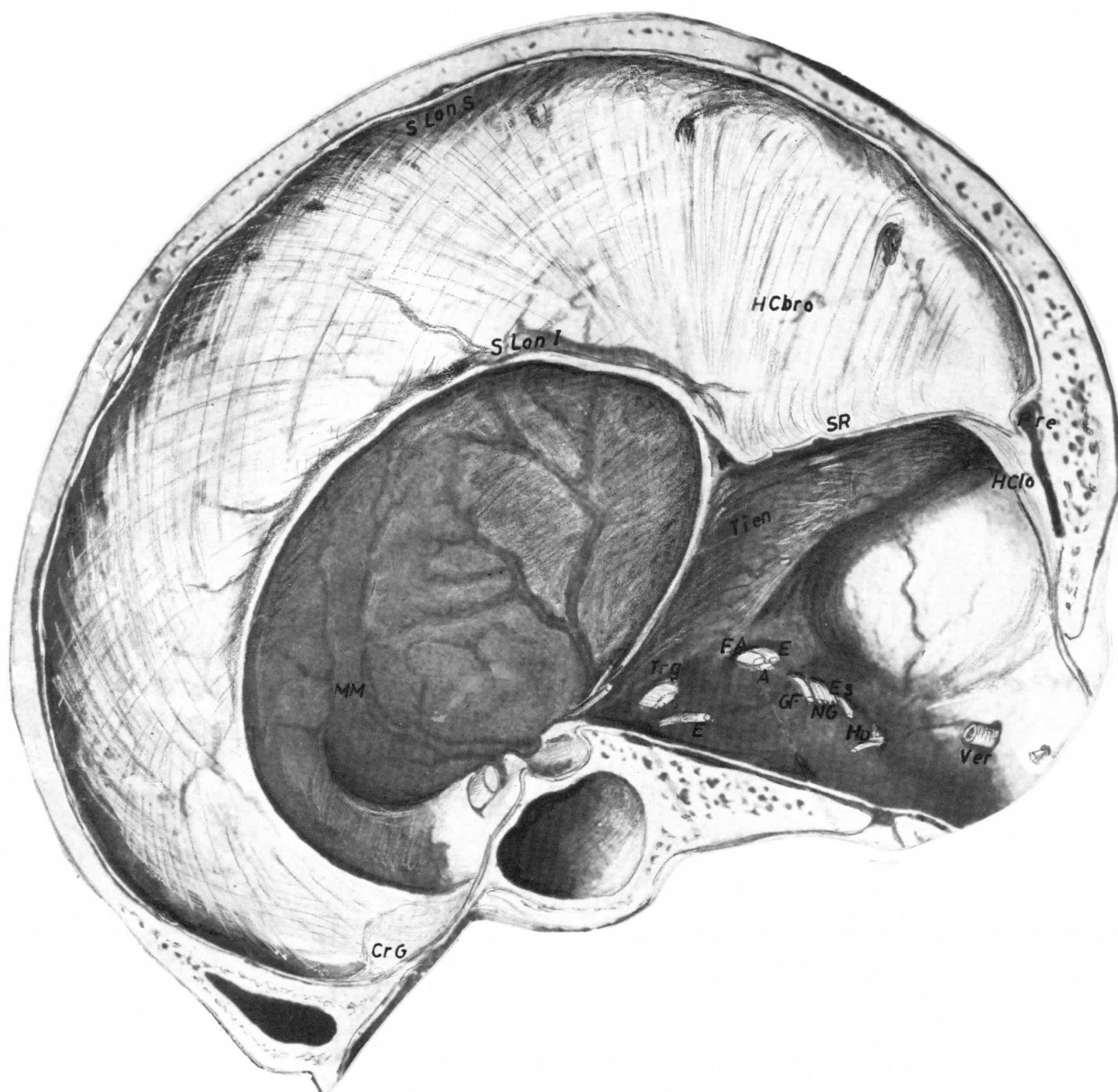


Fig. 275. — Se han extraído todos los centros nerviosos encefálicos observando la cavidad craneal con la tabicación dural que muestran algunos senos: (H Cbro) hoz del cerebro, (S Lon S) seno longitudinal superior, (S Lon I) seno longitudinal inferior, (Cr G) cresta gallo, (SR) seno recto, (Tien) tienda del cerebelo, (H Clo) hoz cerebelo. Igualmente se nota el paso de los nervios craneales: (Trg) trigémino, (E) oculomotor externo, (Fa) facial-gustativo, (AE) acústico estático (GF) glosofaríngeo (NG) neumogástrico, (Es) espinal, (Hp) hipogloso, (Vert) arteria vertebral, (MM) arteria meníngea media.

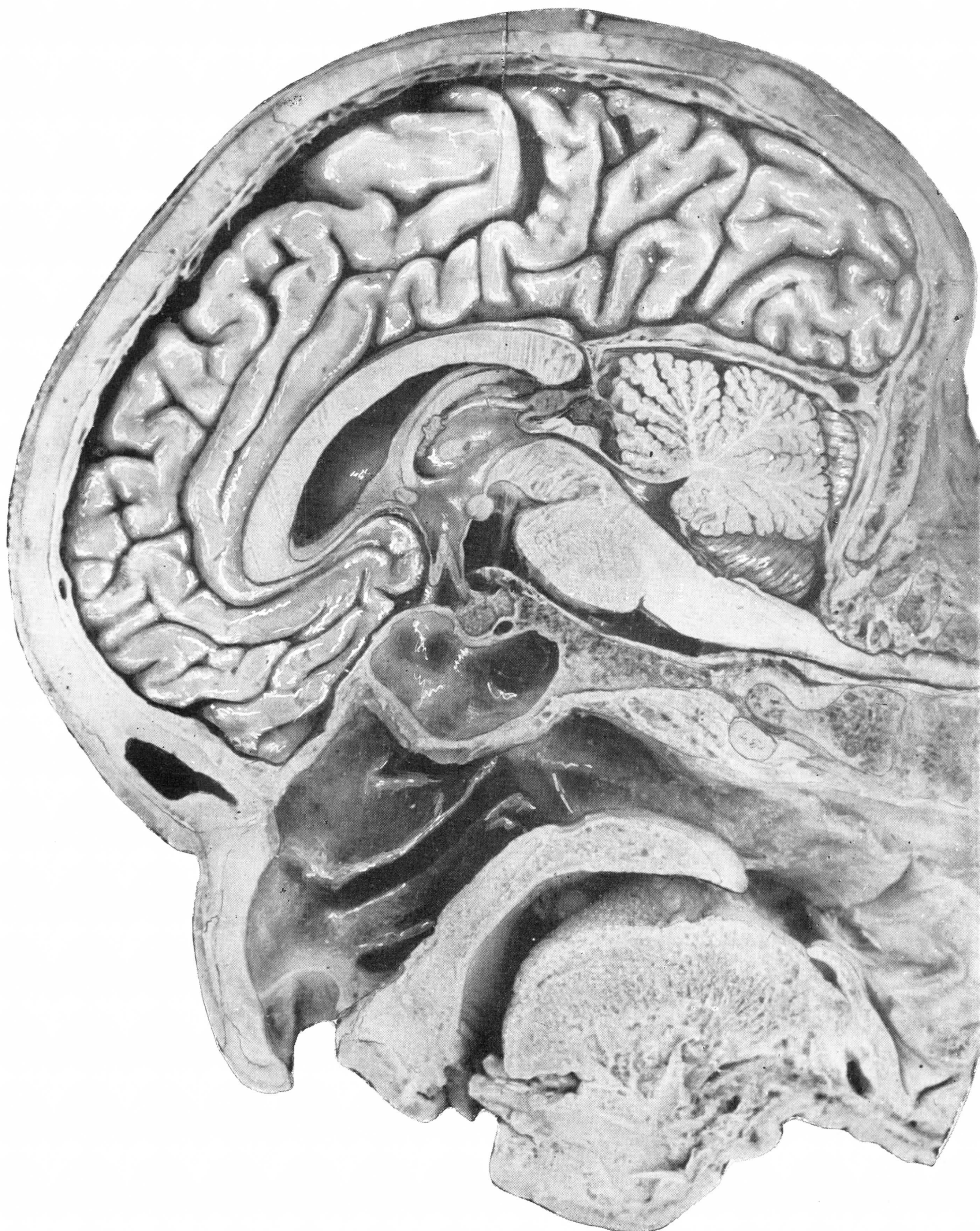


Fig. 276. — Visión sagital de la cabeza.

su prolongación temporal a la occipital (Occ). Siguiendo cortando hemisferio cerebral y separando prácticamente todo el lóbulo parietal, incluyendo la cisura de Rolando, observamos el desarrollo del ventrículo lateral más ampliamente (fig. 270). Si además se seccionan los pedúnculos cerebelosos (P Cl) y se reseca la mitad izquierda del cerebelo en corte sagital, entonces quedaría denunciable in situ todo el tronco encefálico (figura 270). La separación del resto del hemisferio cerebral izquierdo, seccionándolo por su plano sagital, nos lleva al corte sagital clásico (fig. 276), pero allí nos interesa precisar antes el hemisferio cerebral derecho, bien in situ o extraído de su celda meníngea cerebral (fig. 273). Este hemisferio, extraído, pues, de su celda meníngea, pero conservando su posición (fig. 273), nos muestra un polo temporal que resecamos y observamos por su cara interna (fig. 274). Efectuada la extracción de todos los centros nerviosos encefálicos, observamos la cavidad craneal vacía, pero mostrando la tabicación dural y las raíces de los nervios craneales (fig. 275).

Plano sagital

Es la referencia más importante en todos los detalles de proyección lateral. Aquí (figura 276) se muestra el eje principal occipitometópico [1] y los planos normales, en una

[1] El estudio topométrico realizado, lo centramos en el *eje occipitometópico*, también llamado *pontinquiasmático*, y en sus sistemas de planos. Dicho eje es el más anatómico aplicable a todos los mamíferos adultos (ESCOLAR, 1963, 1964).

El eje p r i n c i p a l del s i s t e m a coordenado de HORSLEY-CLARK (1908), aplicable al gato experimentalmente, no coincide con el que nos ocupa. En cuanto a la estereotaxis clínica para coagulaciones terapéuticas, es más práctico hoy día a los neurocirujanos referirse a ejes circunscritos, como es el intercomisural (que va de la comisura blanca anterior a la comisura blanca posterior). En este eje se basan muchos atlas topométricos clásicos en neurocirugía (SCHALTENBRAND, 1919; SPIEGEL, 1947; TALAIRACH, 1921; DELMAS, 1939; etc.).

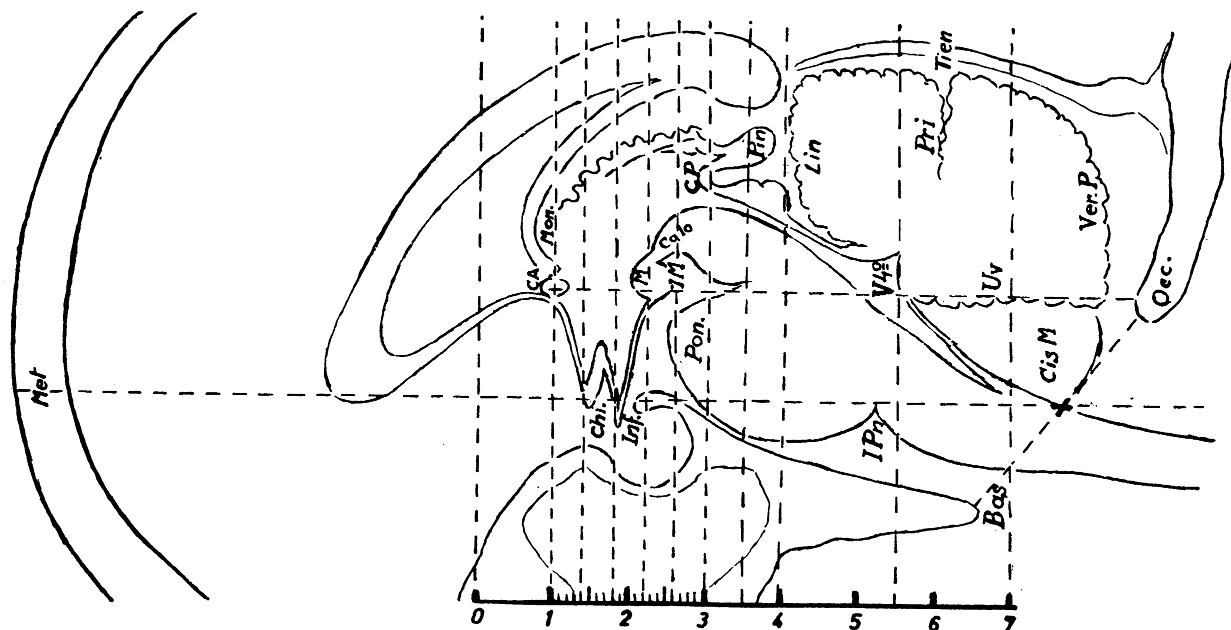


FIG. 277. — Esquema aclaratorio de la figura 276 adaptando ejes y planos de sección. Véase la escala milimétrica en una extensión de 7 cm: (Bas) basion, (Ca) comisura anterior, (Calo) calota peduncular, (Chi) quiasma, (Cis M) cisterna magna, (IM) cisterna inframamilar o interpeduncular, (Inf) infundíbulo, (IPn) foramen-caecum infrapontino, (Lin) língula, (Occ) punto base de la concha occipital, (M) tubérculo mamilar, (Met) punto metopio, (Mon) foramen Monro, (Pin) glándula pineal, (Pri) cisura prima, (Tien) tienda cerebelo, (Uv) úvula, (V 4.º) cuarto ventrículo, (Ver P) vermis posterior.

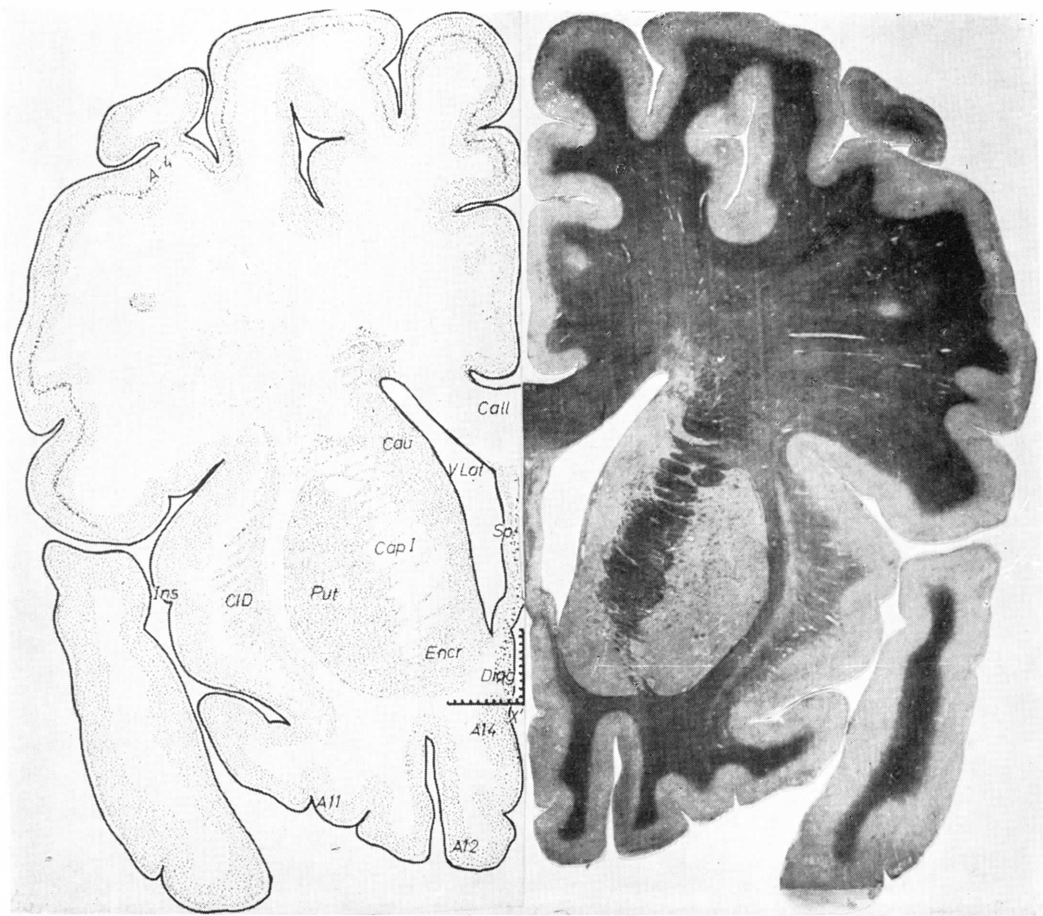


FIG. 278. — (Plano ventricular-frontal).

extensión topométrica de 7 cm (fig. 277). Dichos planos normales se disponen en número de 11. El *primero*, trazado a partir del cero de la escala (fig. 277), podemos llamarlo *ventricular-frontal* y está desarrollado en la figura 278. El *segundo plano*, que pasa por la *comisura anterior* y corresponde a la divisoria de 1 cm de la escala (figura 277), está desarrollado en la figura 279. El *tercer* corte, que pasa por el *receso quiasmático* y corresponde a la divisoria 1,4 de la escala (fig. 277), está representado en la figura 280. El *cuarto* corte que pasa por el *receso infundibular*, correspondiente a la numeración 1,8 de la escala (fig. 277), está desarrollado en la figura 281. El *quinto* corte, que pasa por el *receso supramamilar* y corresponde a la numeración 2,2 de la escala (fig. 277), está desarrollado en la figura 282. El *sexto* corte, que pasa *inframamilar* y corresponde a la numeración 2,10 de la escala (fig. 277), está desarrollado en la figura 283. El *séptimo* corte, que pasa por la *comisura posterior* y corresponde a la numeración 3 de la escala (fig. 277), está desarrollado en la figura 284. El *octavo* corte, que pasa a nivel del *tubérculo cuadrigémino superior* y corresponde a la numeración 3,5 de la escala (fig. 277), está desarrollado en la figura 285. El *noveno* corte, que pasa por el *tubérculo cuadrigémino inferior* y corresponde a la numeración 4 de la escala (fig. 277), está desarrollado en la figura 286. El *décimo* corte, que pasa a nivel del *polo superior de la oliva bulbar* y del pedúnculo cerebeloso inferior, y que corresponde a la numeración 5,5 de la escala (fig. 277), está desarrollado en la figura 287. El *undécimo* corte, que coge el bulbo, justamente a nivel de la decusación, y que corresponde a la numeración 7 de la escala (fig. 277), está desarrollado en las figuras 288 y 289.

El plano sagital que hemos tomado como referencia de ejes y planos, establece un retículo topométrico al que pueden referirse todos los detalles proyectados radiológicamente en este sentido (figs. 290 y 291). Estas proyecciones radiológicas contrastan con otras de superficie que deben realizarse por proceder es inmediatos, ya que casi siempre revisten un carácter apremiante (fig. 292).

Visión basal y dorsal de la masa encefálica

Se trata de panoramas orientados longitudinalmente al eje sagital encefálico que venimos considerando hasta ahora.

Basalmente empezamos por el plano meníngeo (fig. 293). Retirando después las meninges de la base, vemos directamente los detalles de la superficie encefálica (fig. 294). La resección del *tronco* encefálico, separándolo por sus pedúnculos cerebrales y cerebelosos, deja un resto encefálico claramente observable (fig. 295). Separamos el cerebelo fácilmente, puesto que no le queda ninguna conexión; ello nos permite observar directamente toda la base del cerebelo (fig. 296). En la posición anteriormente dicha, seccionamos longitudinalmente el polo occipital y temporal en corte común y observamos la prolongación temporal y la occipital del ventrículo lateral al descubierto (fig. 297). Resecamos más profundamente el polo temporal, haciendo desaparecer su prolongación ventricular (fig. 298). Seguimos con la resección temporal más profundamente, hasta tal punto que quede al descubierto el trayecto del tracto óptico hasta su terminación en el núcleo geniculado lateral (GL) (fig. 299). Seguimos con la resección más profundamente, seccionando longitudinalmente y en el mismo sentido que venimos haciendo ahora, al polo frontal hasta demostrar la comisura anterior (Ca) (fig. 300). Continuamos resecando con el mismo tipo de corte en el lóbulo central, lo que realizamos más profundamente aún, hasta demostrar la encrucijada estriodiagonal en todo su desarrollo y vecindades (figura 301).

Dorsalmente, observamos la convexidad cerebral orientada longitudinalmente al eje *encefálico* (fig. 302). Resecamos toda la masa hemisférica dando un corte tangencial al cuerpo calloso (Call) (fig. 303). Continuamos más profundamente con el mismo tipo de corte y demostramos amplia-

mente los ventrículos laterales limitados por el septum (SP) y el fórnix (Fo) (figura 304). Quitamos el septum y el fórnix con sus formaciones adyacentes y abordamos el tercer ventrículo (3V) (fig. 305). Siguiendo la dirección de la luz ventricular de la prolongación temporal, resecamos ambos polos, hacia atrás (fig. 306). Resecamos el cerebelo seccionándolo de los pedúnculos cerebelosos, quedando un resto estudiable (fig. 307).

Desmontaje de una reconstrucción estereométrica encefálica a partir de una visión basal

En esta reconstrucción se ha eliminado previamente la representación de la substancia blanca. En la figura 308 se observa el panorama de superficie. En la figura 309 se ha desmontado el polo temporal. En la figura 310 se ha desmontado y separado fácilmente todo el casquete cortical del polo frontal, pues queda debajo un amplio espacio, ya que la substancia blanca subcortical fue eliminada de la reconstrucción. En la figura 311 se continuó desmontando corteza, a nivel del polo temporal, separando un segmento circular, lo que permite más amplia visión de la profundidad. En la figura 312 se desmontó todo el antemuro, claustrum y dependencias de la figura anterior. En la figura 313 se desmontó el núcleo lenticular. En la figura 314 se desmontó el núcleo accumbens y la cabeza del caudatum. En la figura 315 se desmontó el allocortex diagonal y dependencias periamigdalares de la figura anterior.

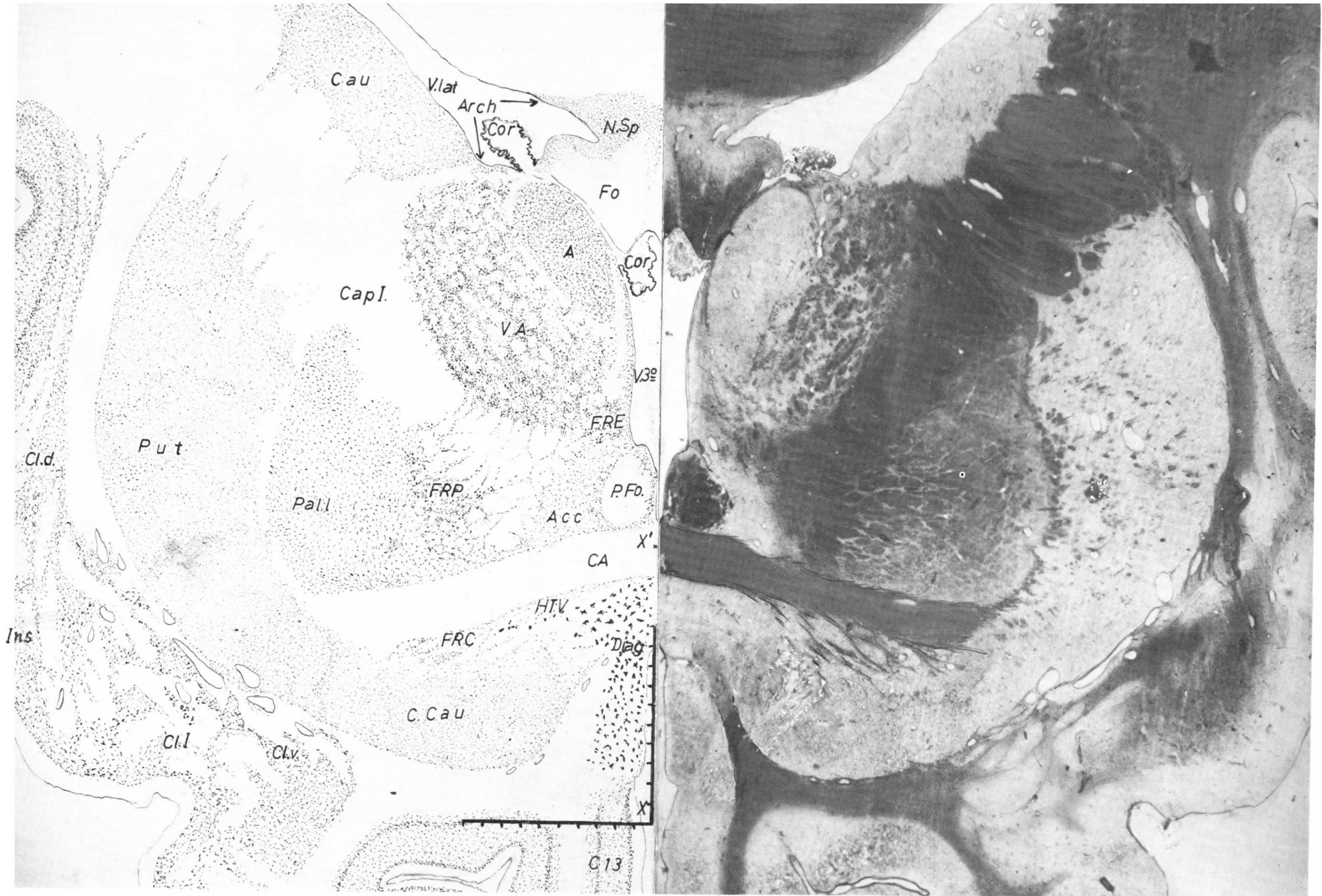


FIG. 279. — (Plano de la comisura anterior).

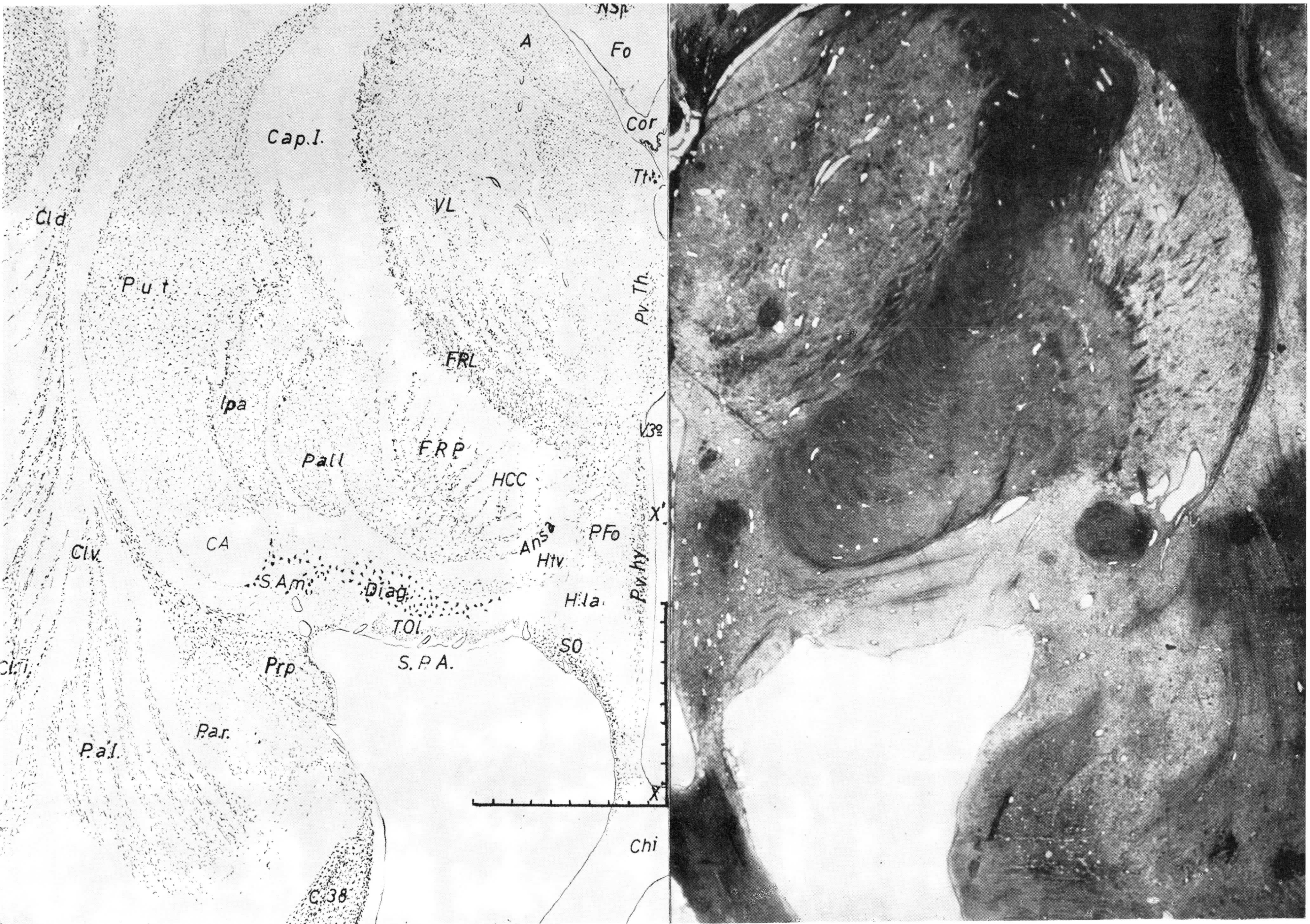


Fig. 280. — (Plano del receso quiasmático).

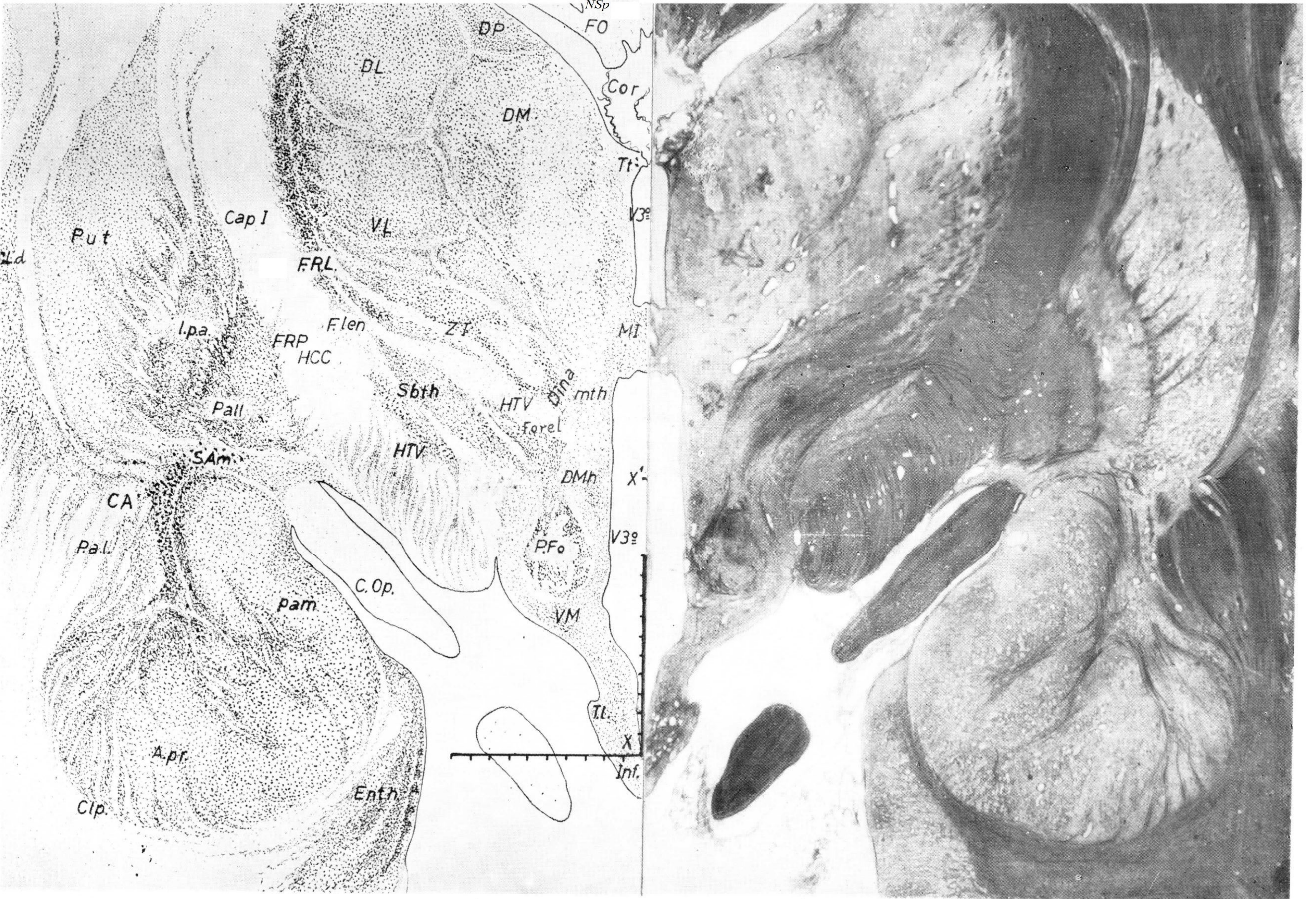


FIG. 281. — (Plano del receso infundibular).

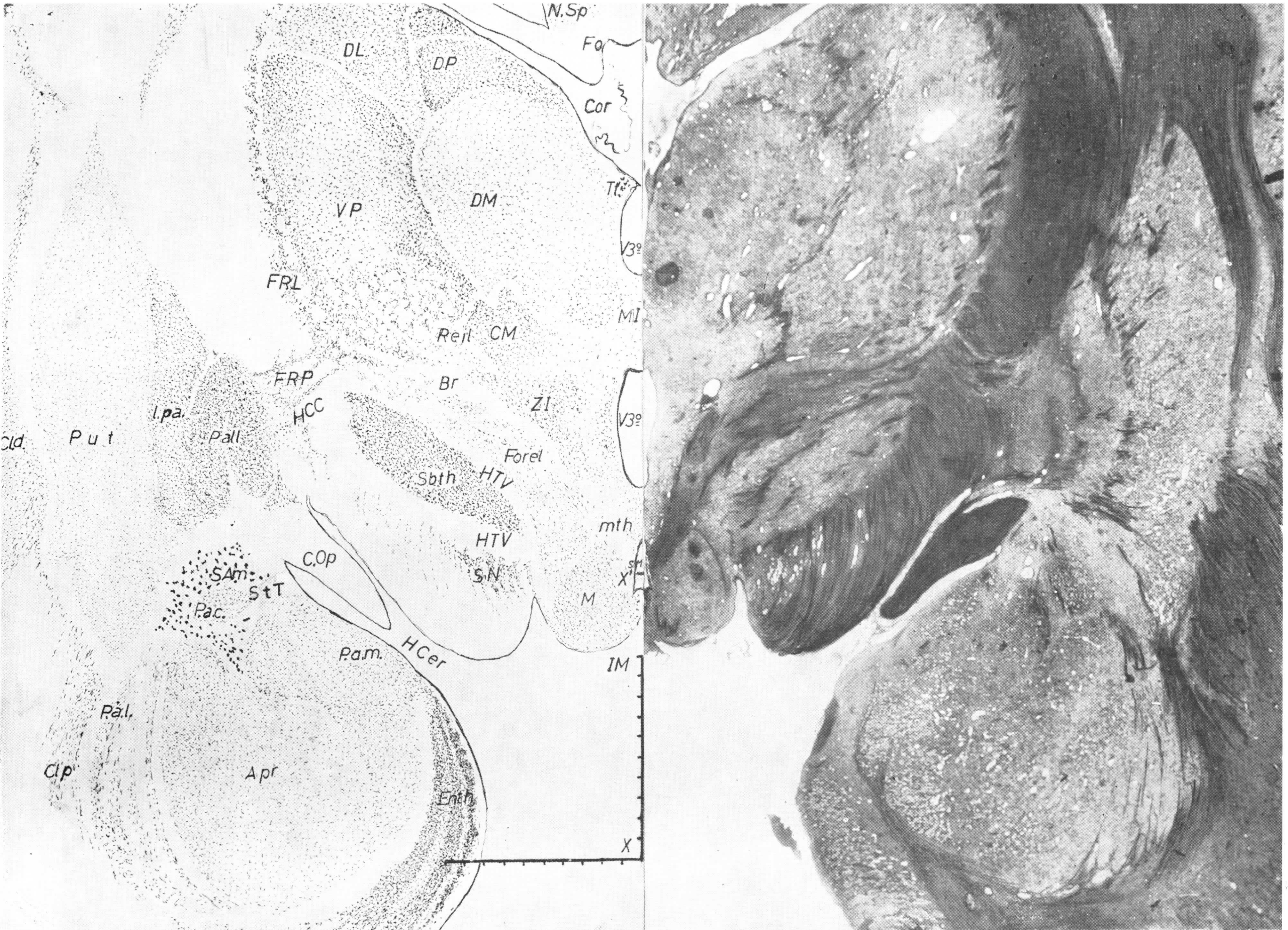


Fig. 282. — (Plano del receso supramamilar).



FIG. 283. — (Plano retromamilar).

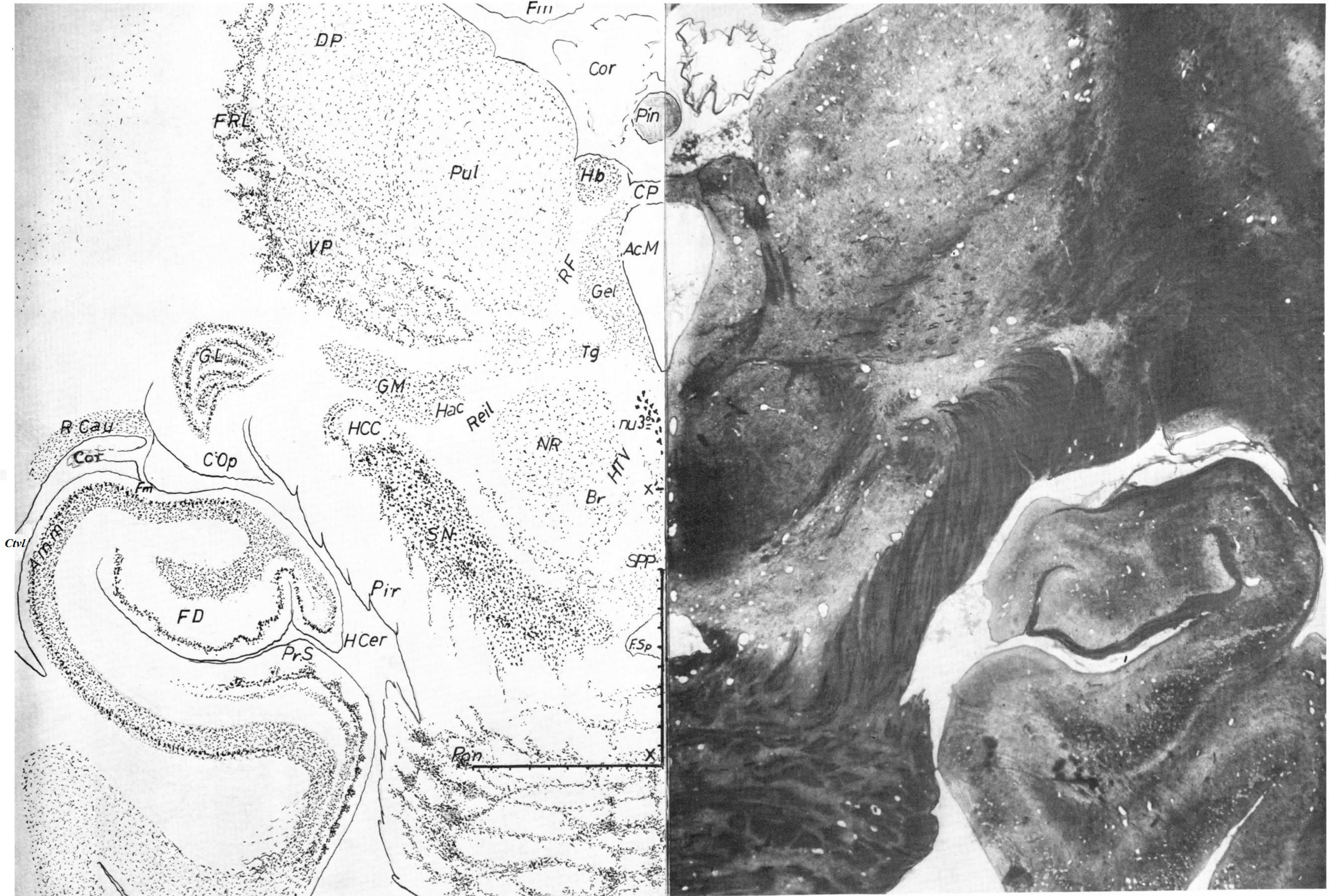


Fig. 284. — (Plano de la comisura posterior).



FIG. 285. — (Plano del tubérculo cuadrigémino superior).

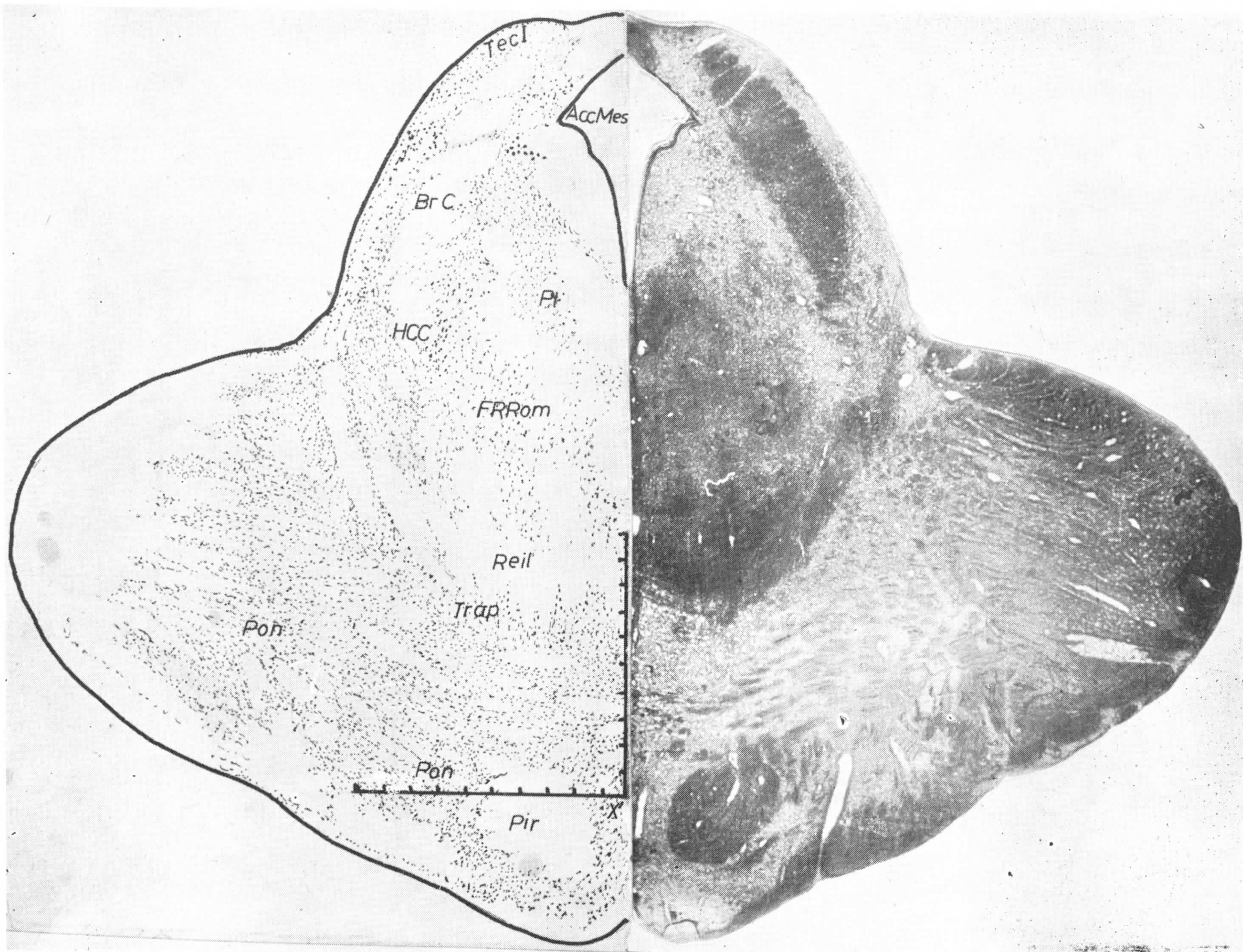


FIG. 286. — (Plano del tubérculo cuadrigémino inferior).

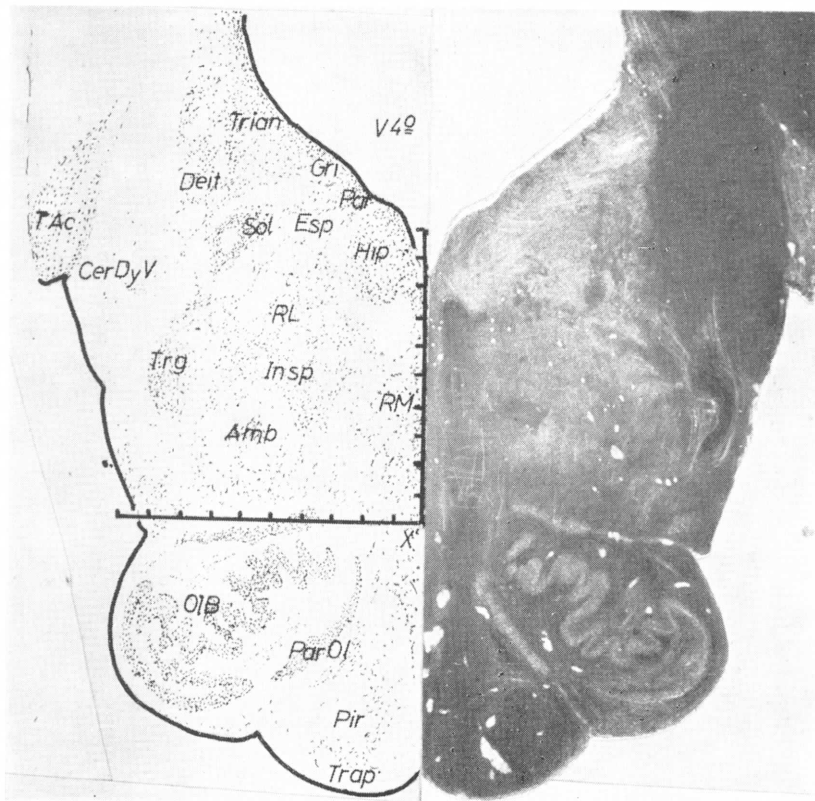


FIG. 287. — (Plano del polo superior de la oliva bulbar).

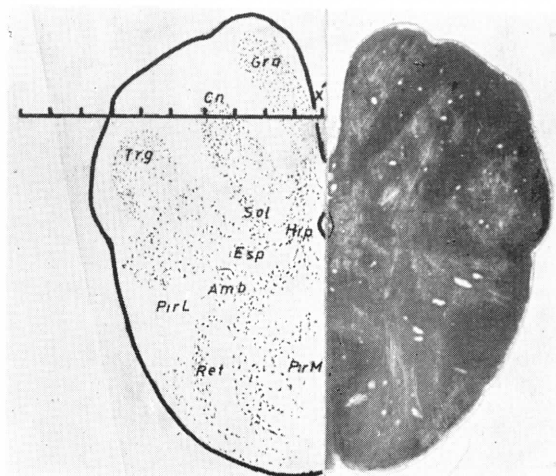


FIG. 288. — (Plano de la decusación).

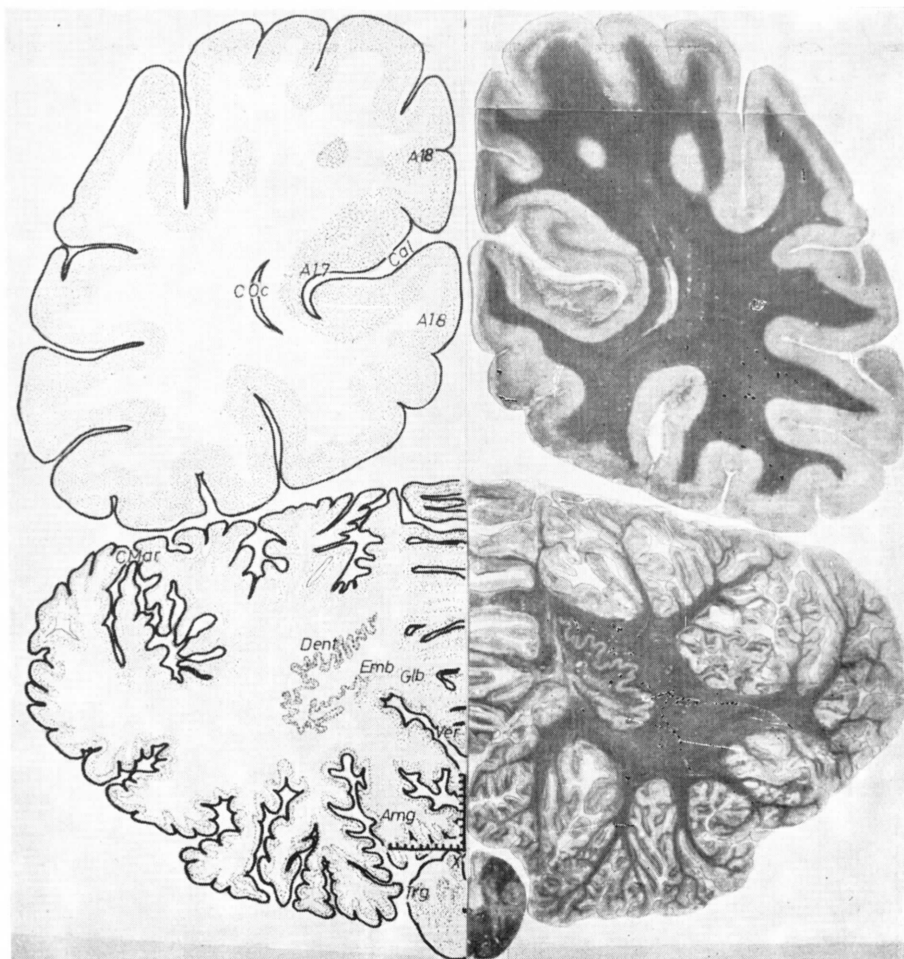


FIG. 289. — (Plano de la decusación).

FIGS. de la 278 a la 289. — Leyenda común. Se representan las imágenes somáticas esquemáticamente acompañando a la par a las mielínicas. Para conocer el aumento obsérvese la escala en mm de cada figura: (A) núcleo talámico anterior, (Acc) núcleo accumbens, (Acu M) acueducto mesencefálico, (Allo) allostriatum, (Amm) asta de Ammon, (Ansa) ansa lenticularis, (A Pr) amigdaleum profundo, (Arch) archistriatum, (Br) brachium conjuntivum, (CA) comisura anterior, (Cap I) cápsula interna, (Cau) núcleo caudado, (Chi) quiasma, (C Int) cisura interhemisférica, (Cl C) claustrum caudal, (Cl D) claustrum dorsal, (Cl I) claustrum insular, (Cl P) claustrum parvo, (Cl V) claustrum ventral, (CM) núcleo centromediano, (C Op) cinta óptica, (CP) comisura posterior, (Ctvl) cuerno temporal del ventrículo lateral, (C13) área 13 de BRODMANN, (C38) área 38 de BRODMANN, (Diag) cinta diagonal, (Dina) zona dinamógena de HESS, (DL) núcleo dorsal lateral del tálamo, (DM) núcleo dorsomedial del tálamo, (DM Hy) núcleo dorsomedial del hipotálamo, (DP) núcleo dorsal posterior, (Enth) allocortex entorrinal, (Epth) epitálamo, (FD) fascia dentada, (F Lent) fascículo lenticular, (Fm) fimbria, (Fo) fórnix, (Forel) campos de Forel, (Fsp) fosa suprapontina, (FRC) formatio reticularis pericomisuralis, (FRE) formatio reticularis subependimaria, (FRL) formatio reticularis laminaris, (FRP) formatio reticularis pallidalis, (Gel) substancia gelatinosa periependimaria, (GL) cuerpo geniculado lateral, (GM) cuerpo geniculado medial, (HAC) haz acústico central, (Hcc) haz central de la calota, (H Cer) hendidura cerebral de Bichat, (H La) área hipotalámica lateral, (Htv) haz telencefálico ventral, (Hy) hipotálamo, (IM) cisterna inframamilar o interpeduncular, (Inf) infundíbulo, (Ins) ínsula, (L Pa) pallidum lateral, (Lter) lámina terminalis, (M) tubérculo mamilar, (Mth) fascículo mamilotalámico, (Neo) neostriatum, (NR) núcleo rojo, (Nsp) núcleos caudales del septum, (N III) nervio oculomotor común, (Nu 3.º) núcleo oculomotor común, (Pa C) periamigdaleum caudal, (Pa L) periamigdaleum lateral, (Pall) pallidum, (Pa M) periamigdaleum medial, (Pa R) periamigdaleum rostral, (P Fo) pilar anterior del fórnix, (Pin) glándula pineal, (Pir) haces piramidales, (Pon) núcleos del puente, (Prp) allocortex prepiriforme, (Prs) allocortex presubicular, (Pul) pulvinar, (Put) putamen, (Pv Hy) núcleo paraventricular del hipotálamo, (Pv Th) núcleo paraventricular del tálamo, (R Cau) porción refleja del núcleo caudal, (Reil) cinta de Reil, (Rf) haz retroflexo de Meinert, (Sbth) núcleo subtalámico de Luys, (Sam) supraamigdaleum de Brockhaus, (Sm) receso supramamilar, (SN) substancia negra, (So) núcleo supraóptico, (SPA) substancia perforada anterior, (SPP) substancia perforada posterior, (Str) striatum, (St T) stria terminalis, (Sb) subtálamo, (Thl) tálamo, (TL) núcleos tuberolaterales, (T Ol) tubérculo olfatorio, (Teg) tegmento, (Tt) tenia talami, (VA) núcleo anterior del tálamo, (VL) núcleo ventral lateral, (V Lat) ventrículo lateral, (VM) núcleo ventromedial del hipotálamo de Cajal, (VP) núcleo ventral posterior del tálamo, (V 3.º) ventrículo tercero, (X) huella del eje infrapontinquiasmático, (X') huella del eje comisuromamilar, (Zi) zona incerta.

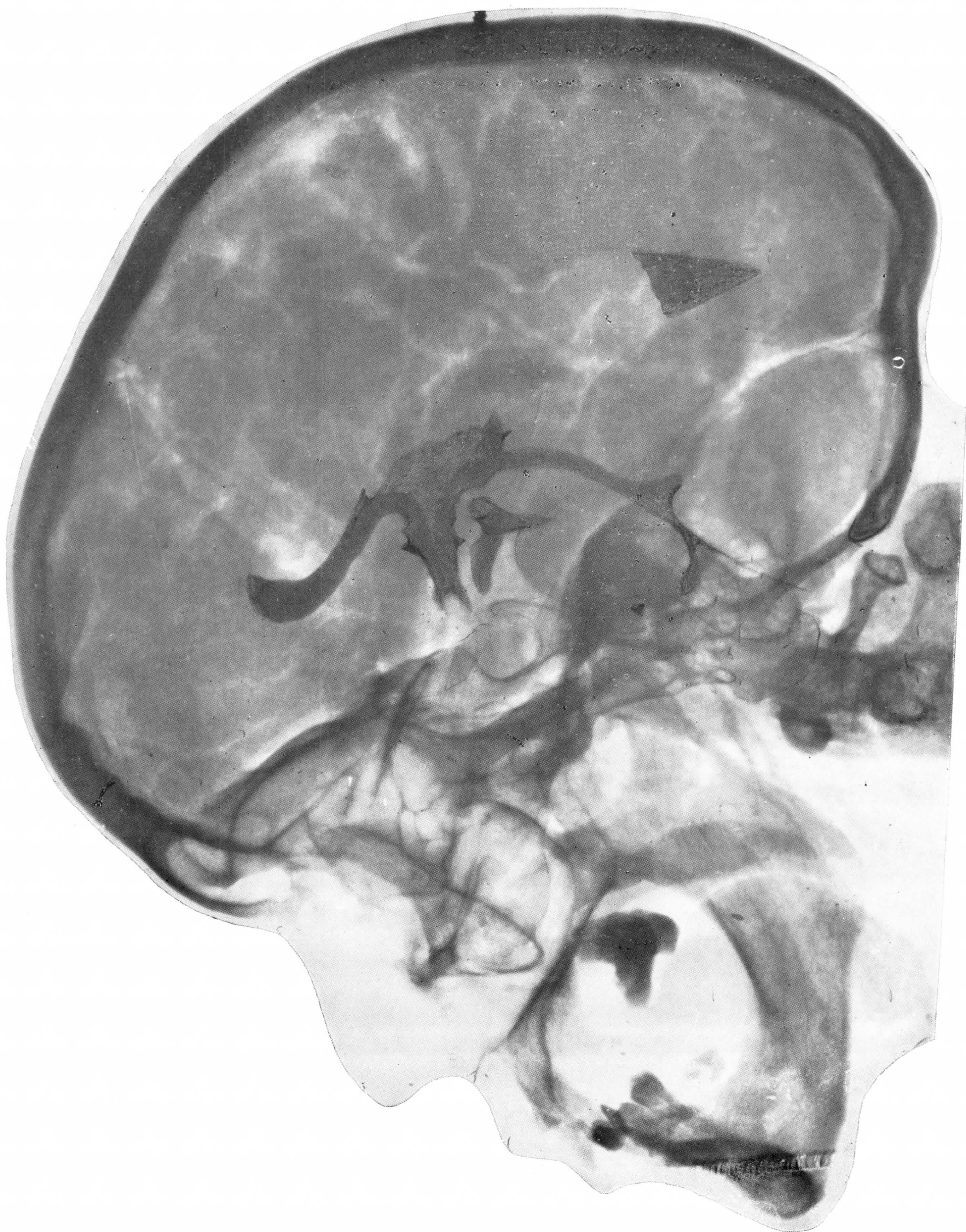


Fig. 290. — Radiografía lateral de la cabeza, contrastada en perfiles ventriculares y cisternales.

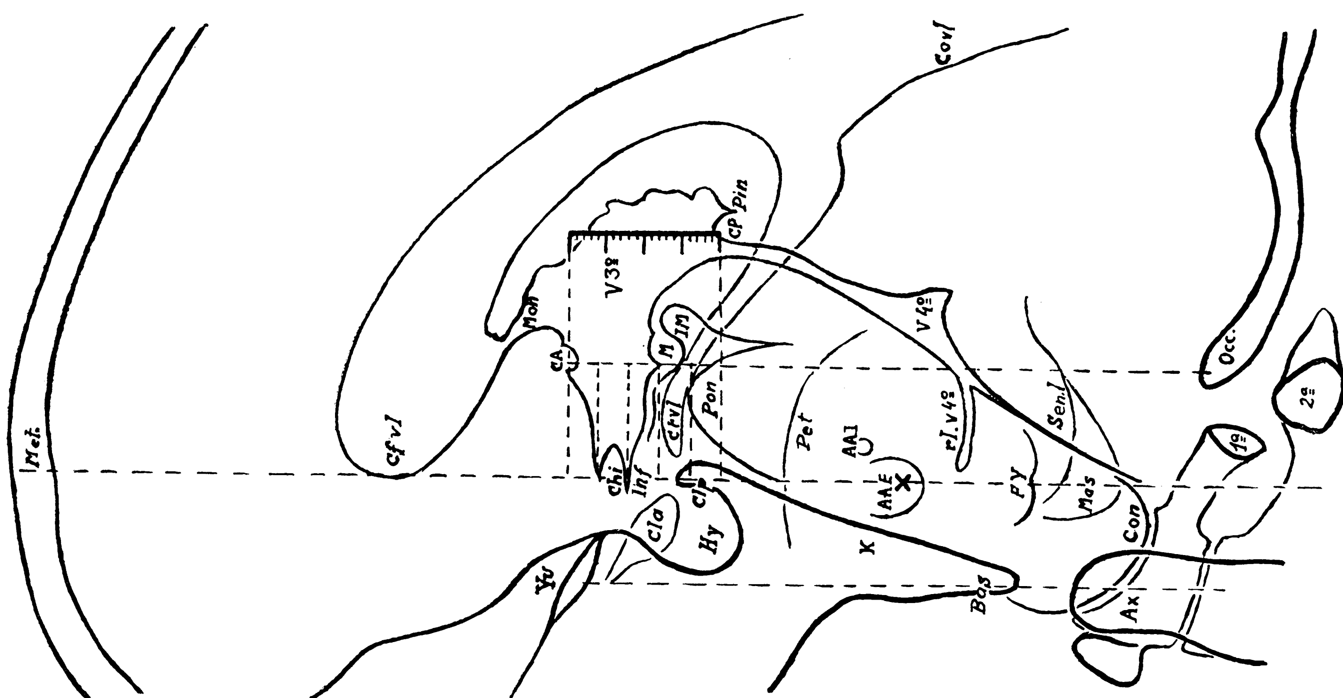


FIG. 291. — Esquema aclaratorio de la figura 290 adaptando ejes y planos de sección: (AAE) agujero auditivo externo, (AAI) agujero auditivo interno, (Al M) ala mayor, (Ax) axis, (Bas) basion, (Ca) comisura anterior, (Chi) quiasma, (Cl A) apófisis clinoides anterior, (Cl P) apófisis clinoides posterior, (Con) cóndilo occipital, (Cfvl) cuerno frontal del ventrículo lateral, (Covl) cuerno occipital del ventrículo lateral, (Crb) lámina cribosa, (CP) comisura posterior, (Ctvl) cuerno temporal del ventrículo lateral, (FY) foramen yugular, (Hy) fosa hipofisaria, (IM) cisterna inframamilar o interpeduncular, (K) klivus, (M) tubérculo mamilar, (Mas) apófisis mastoides, (Met) punto metópico, (Mon) foramen Monro, (Inf) infundíbulo, (Occ) punto basilar de la concha occipital, (Orb) techo orbitario, (Pet) región petrosa, (Pin) receso pineal, (Pon) puente, (Rlv 4.º) receso lateral ventrículo cuarto, (X) foramen caecum infraprotuberancial, (Yu) yuga cerebralis, (1.ª) primera vértebra cervical, (2.ª) segunda vértebra cervical.

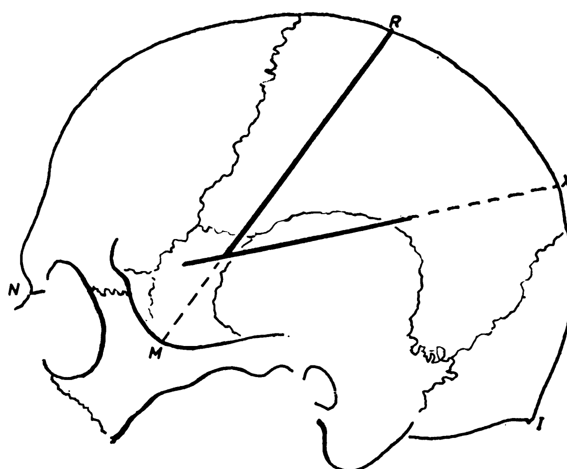


FIG. 292. — Proyecciones por métodos directos e inmediatos, de la cisura de Rolando, de Silvio y del punto arterial meníngeo, con arreglo a la explicación del texto.

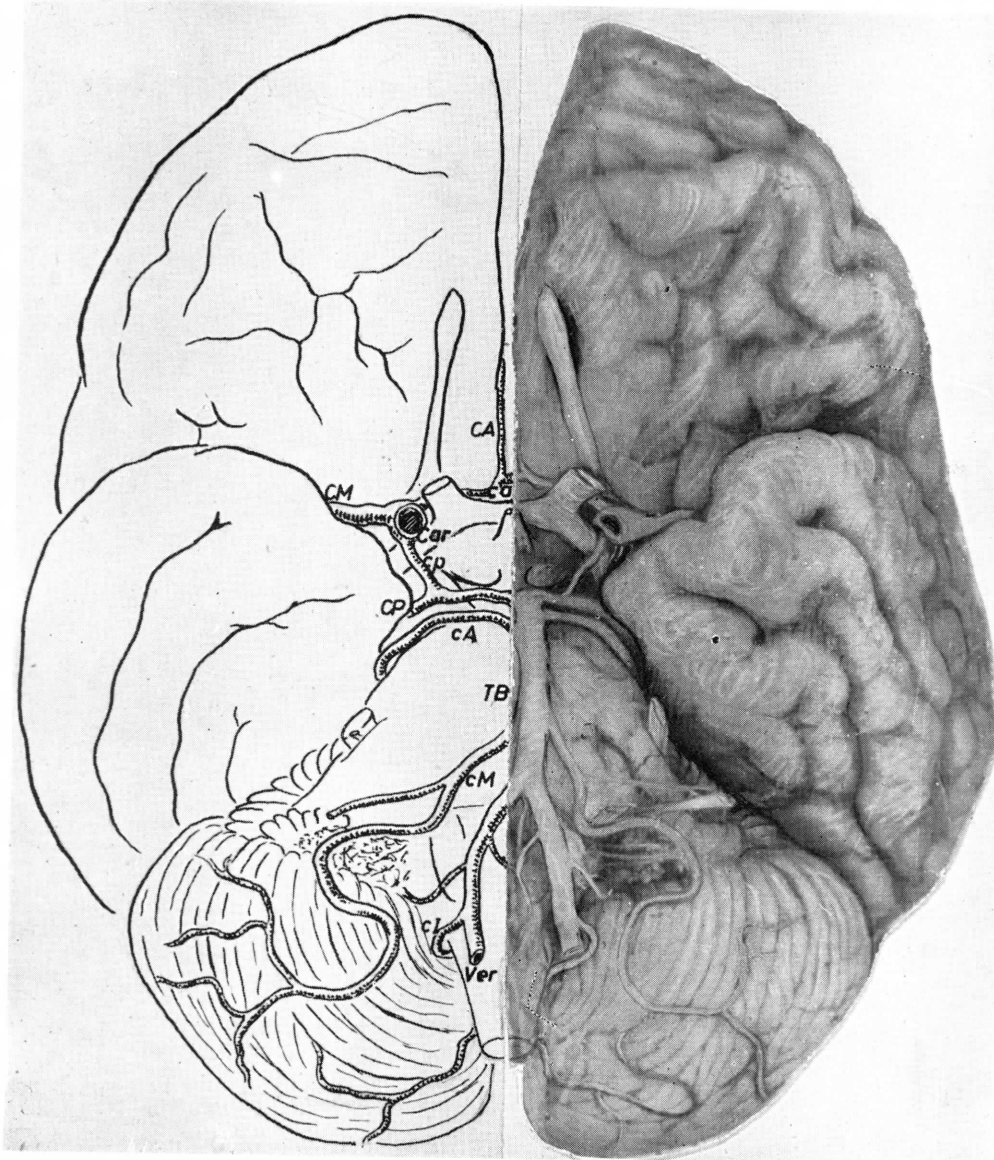


FIG. 293. — Visión basal de la masa encefálica con sus meninges y círculo arterial integrado por el tronco basilar (TB), constituido por la confluencia de las arterias vertebrales (Ver) y emitiendo la cerebelosa anterior (cA), cerebelosa media (cM) y cerebelosa inferior (cI). Nótese la carótida interna (Car) que también emite arterias cerebrales. Obsérvese la arteria cerebral anterior (CA), cerebral media (CM) y la cerebral posterior (CP). El círculo arterial está completado por la comunicante anterior (ca) y la comunicante posterior (cp).

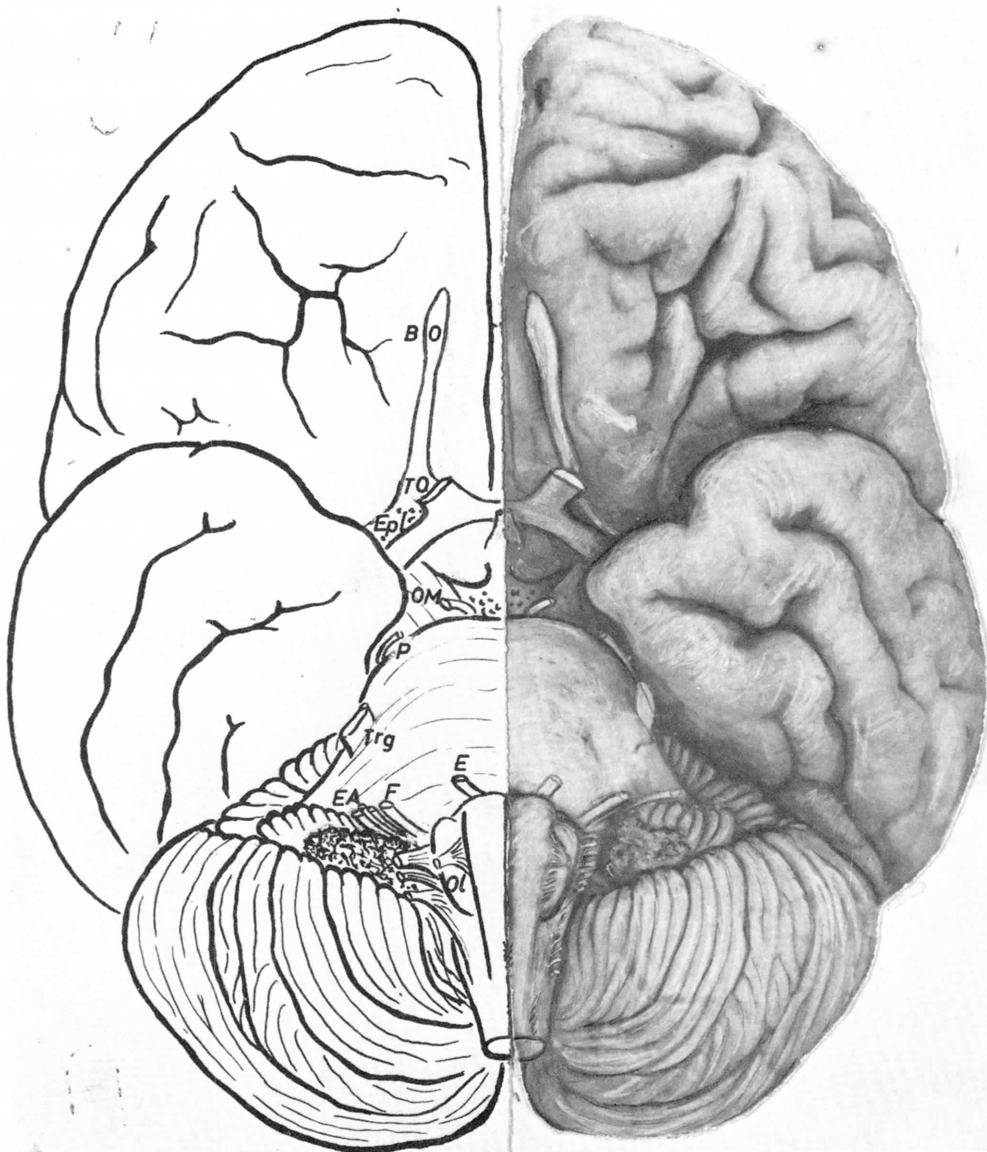


FIG. 294. — Visión basal de la masa encefálica sin meninges ni arterias. Nótense zonas de arranque de nervios craneales y a este propósito, obsérvese: El bulbo olfatorio (BO), tubérculo olfatorio (TO), espacio perforado lateral (Epl), oculomotor común (OC), patético (P), trigémino (Trg), oculomotor externo (E), facial (F), estatoacústico (EA). Nótese la oliva bulbar (Ol), a la que pueden referirse la salida de los restantes nervios craneales.

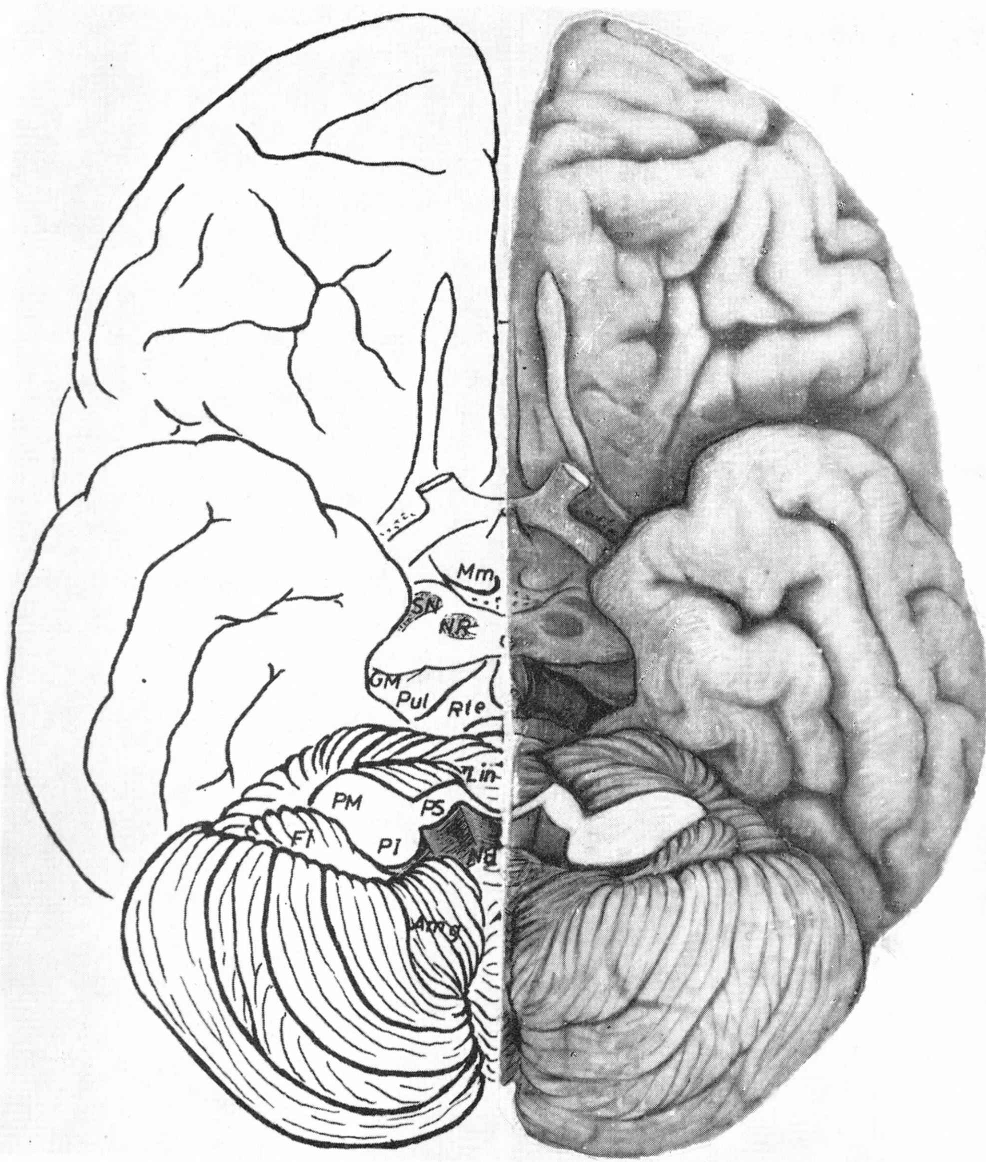


FIG. 295. — Se ha resecado el tronco del encéfalo seccionándolo previamente por los pedúnculos cerebrales, cuyo corte deja manifiesta la substancia negra (SN) y el núcleo rojo (NR). Por el mismo motivo fueron seccionados los pedúnculos cerebelosos, como el superior (PS), el medio (PM) y el inferior (PI). Nótense detalles de corteza cerebelosa circunscribiendo la sección de los pedúnculos: Superiormente la língula (Lin); lateralmente, los flóculos (Fl); inferiormente, el nódulo (Nd) y la amígdala (Amg). Circunscribiendo la sección de los pedúnculos cerebrales, se encuentran los detalles siguientes: Por delante, los tubérculos mamilares (Mm). Por detrás, el cuerpo geniculado medial (GM), el pulvinar (Pul) y el rodete del cuerpo calloso (Rte).

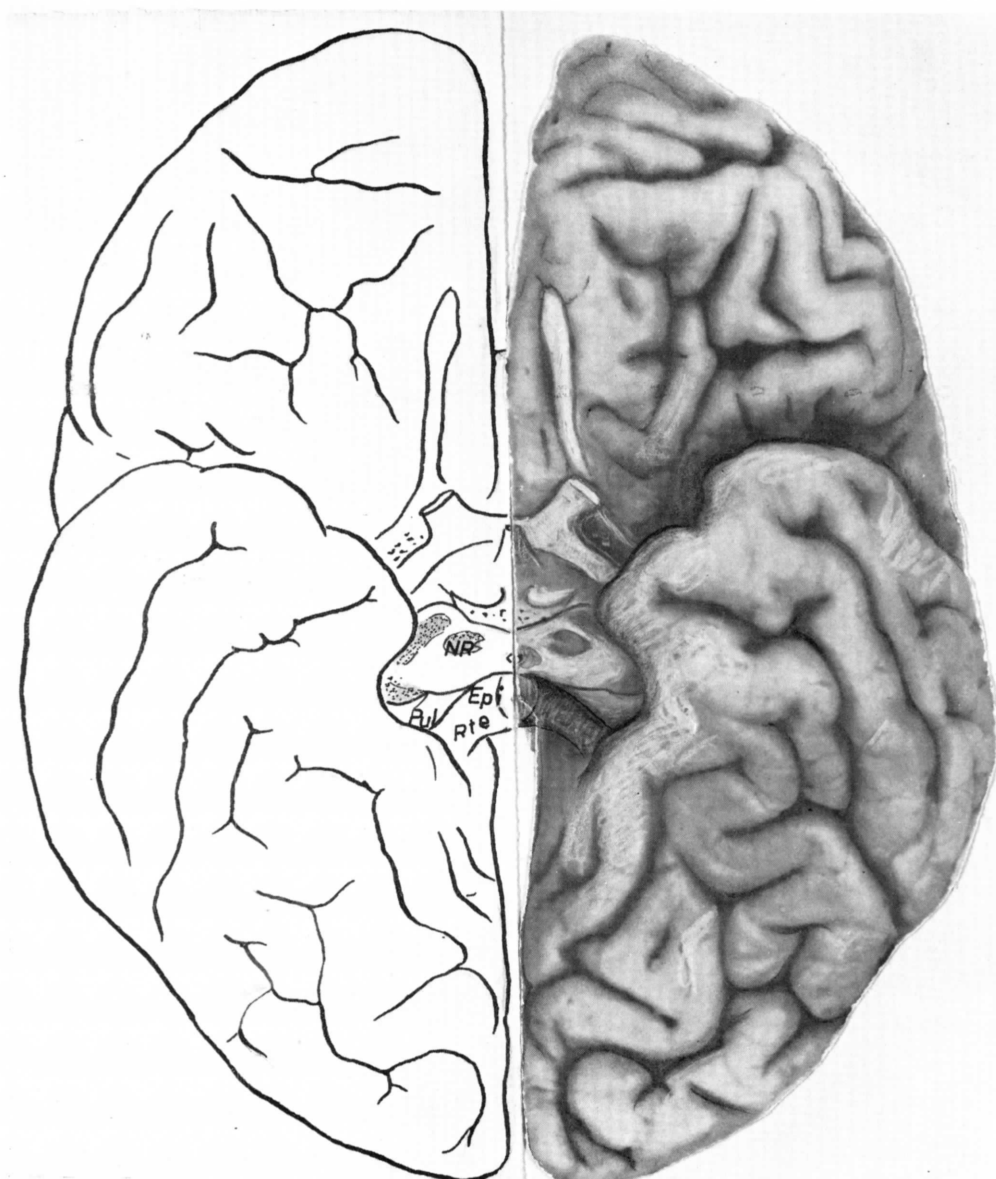


FIG. 296. — Base del cerebro de la figura precedente al retirar el cerebelo. Nótese: Núcleo rojo (NR), pulvinar (Pul), rodete del cuerpo calloso (Rte), epífisis (Epi).

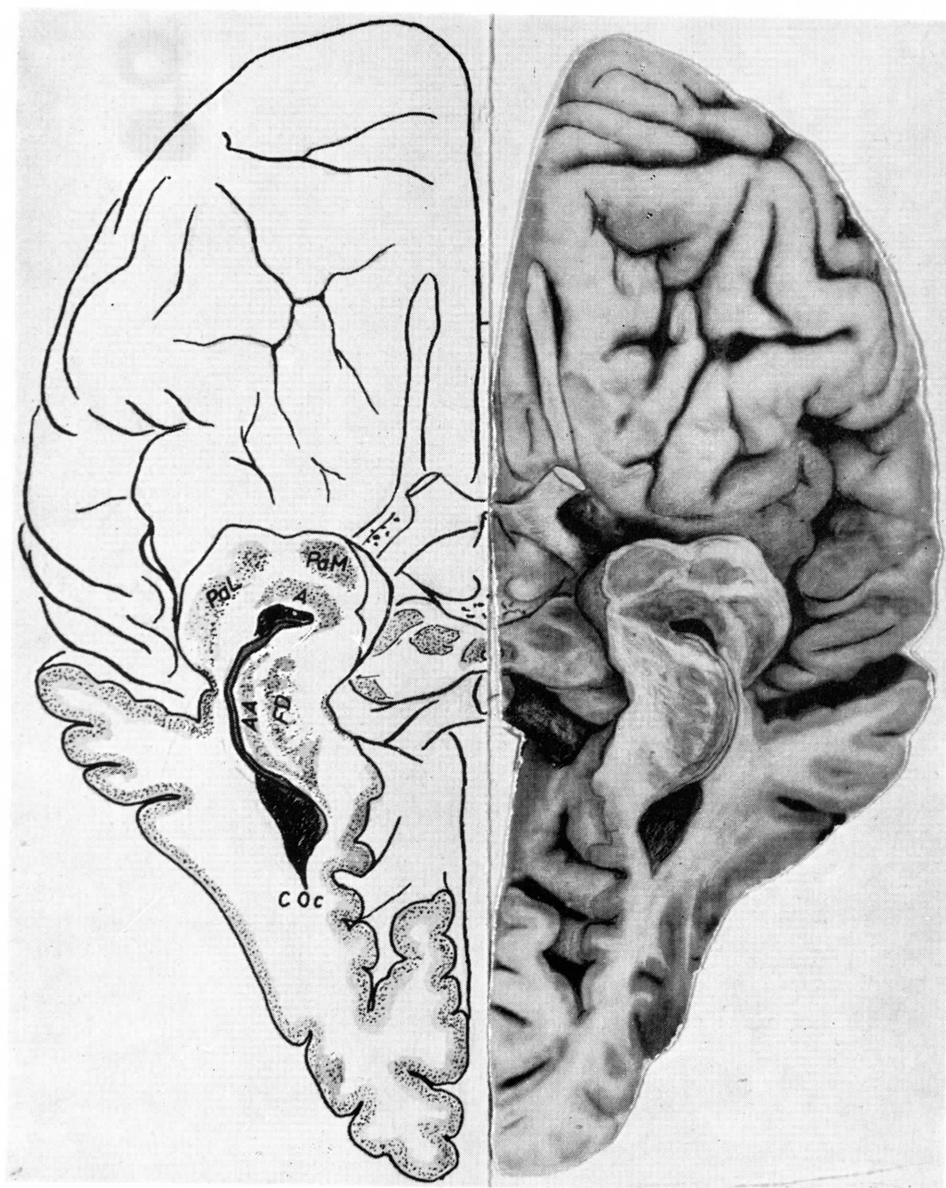


FIG. 297. — En la misma posición de las figuras precedentes se seccionan, longitudinalmente, en corte común, el polo occipital y temporal de ambos lados; obsérvese: La luz del ventrículo lateral abierta; el cuerno occipital del ventrículo lateral (C Oc); las secciones del asta de Ammon (AA) y de la fascia dentada (FD) que hacen hernia en el ventrículo lateral; las secciones de algunos componentes del complejo amigdalino limitando el cuerno temporal del ventrículo; así: (A) amigdaleum profundo, (Pa M) periamigdaleum medial, (Pa L) periamigdaleum lateral.

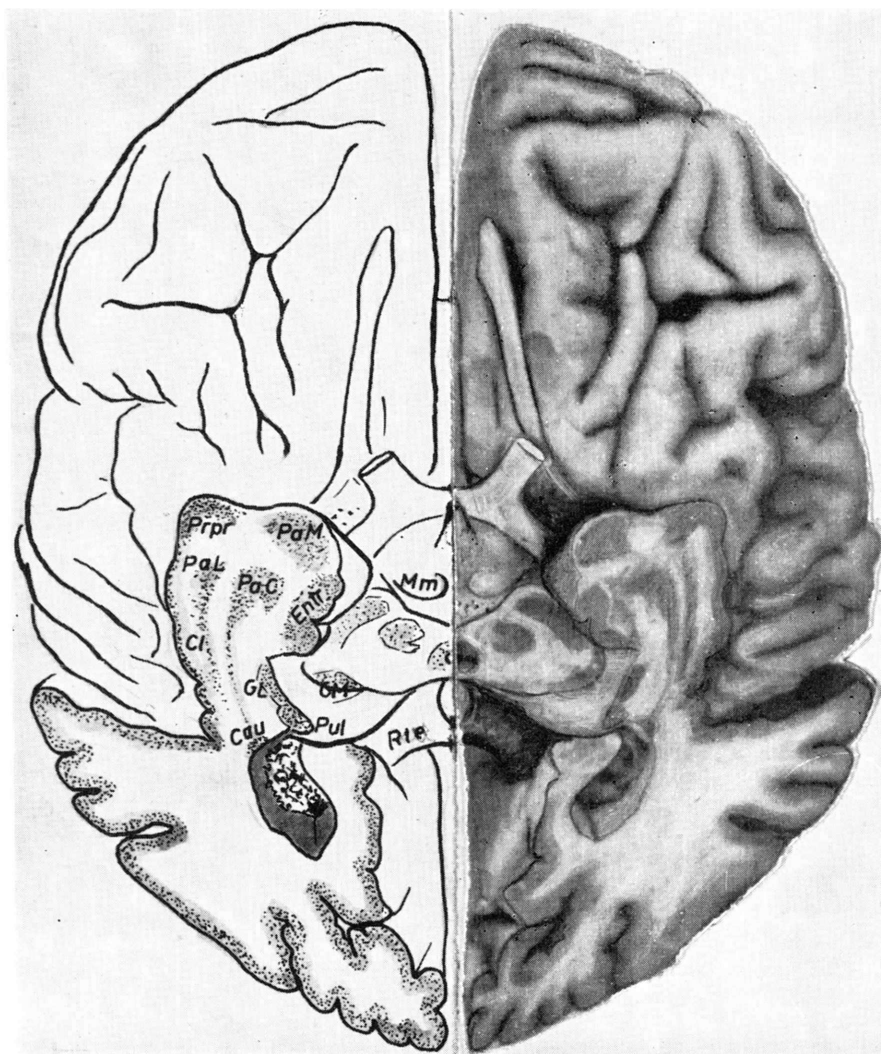


FIG. 298. — Siguiendo la disección, explicada en las figuras precedentes, se realiza un nuevo corte, paralelo al anteriormente indicado, en la región temporal y occipital. Nótense algunas formaciones centrales de referencia ya conocidas, como: El cuerpo mamilar (Mm), el geniculado medial (GM), el geniculado lateral (GL), el pulvinar (Pul) y el rodete del cuerpo calloso (Rte). Nótese que ha desaparecido toda la parte temporal del ventrículo lateral; en cambio, aparecen en su lugar las secciones siguientes: (Cau) cola del núcleo caudado emitiendo el periamigdaleum caudal (Pa C); (Cl) claustrum, emitiendo el periamigdaleum lateral (Pa L) *y el periamigdaleum* medial (Pa M). Nótese además la región prepiriforme (Prpr) y la entorrinal (Entr).

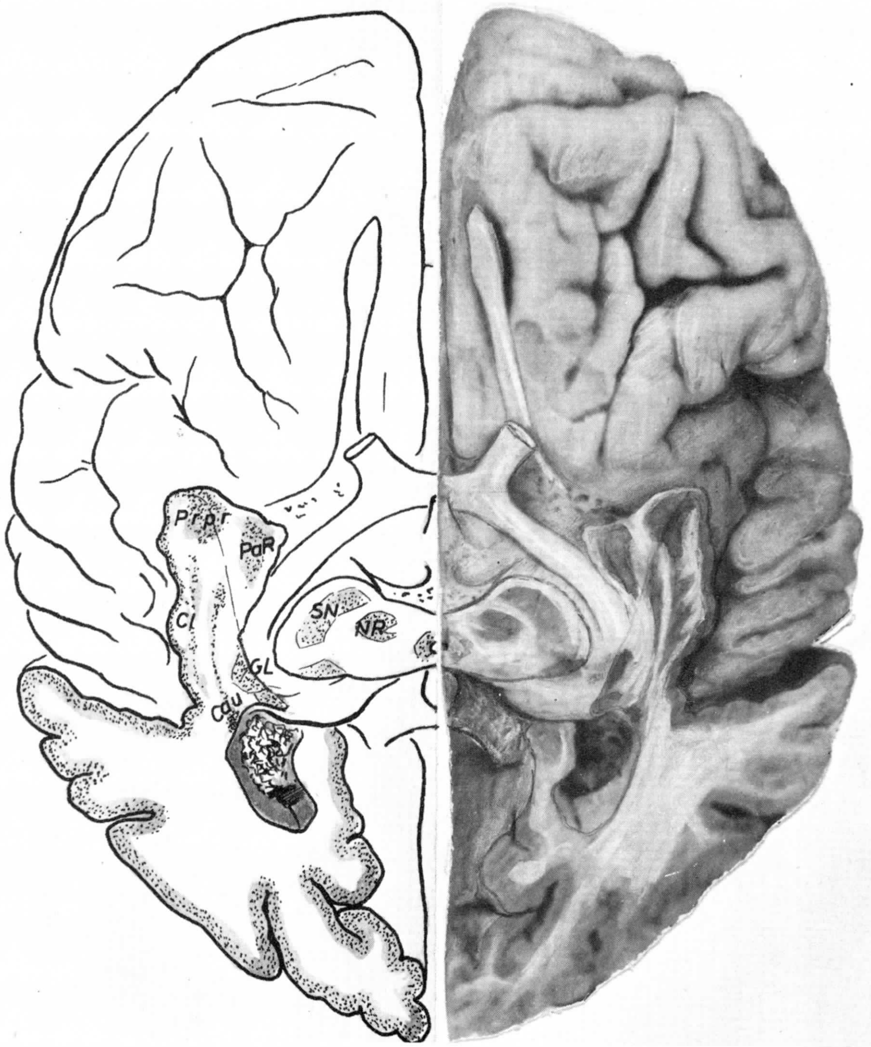


FIG. 299. — Continuando con nuevas secciones en la región temporooccipital de ambos lados, hasta dejar al descubierto la cinta óptica en todo su recorrido hacia el cuerpo geniculado lateral (GL), notamos cómo esta cinta óptica abraza los pedúnculos cerebrales donde se contrasta la substancia negra (SN) y el núcleo rojo (NR). En el resto del lóbulo temporal, todavía se nota la cola del núcleo caudal (Cau), el claustrum (Cl), la región prepiriforme (Prpr) y, por último, el periamigdaleum rostral (Pa R) junto al espacio perforado.

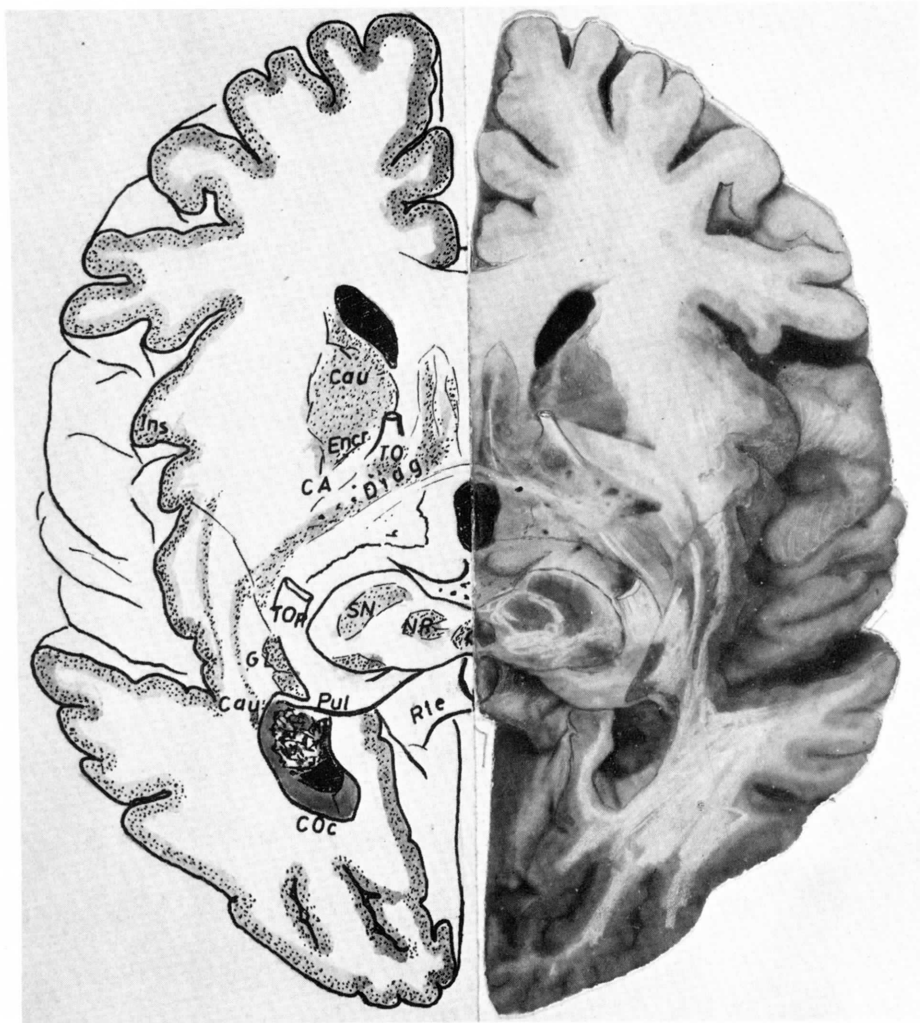


FIG. 300. — Otro plano de sección, todavía más profundo que el de la figura precedente, corta ya al lóbulo frontal, mostrando la luz del ventrículo lateral y junto a ella, la cabeza del caudatum (Cau), el tubérculo olfatorio (TO), la comisura anterior (CA) y el allocortex diagonal (Diag), quedando entre estas últimas formaciones la encrucijada reticular (Encr). Occipitalmente seguimos observando el cuerno occipital del ventrículo (C Oc), el pulvinar (Pul), el tracto óptico (T Op), el geniculado lateral (GL) y la cola del núcleo caudado (Cau), entre otros detalles. Igualmente se nota el contraste de la substancia negra (SN), el del núcleo rojo (NR) y el rodete del cuerpo calloso (Rte).

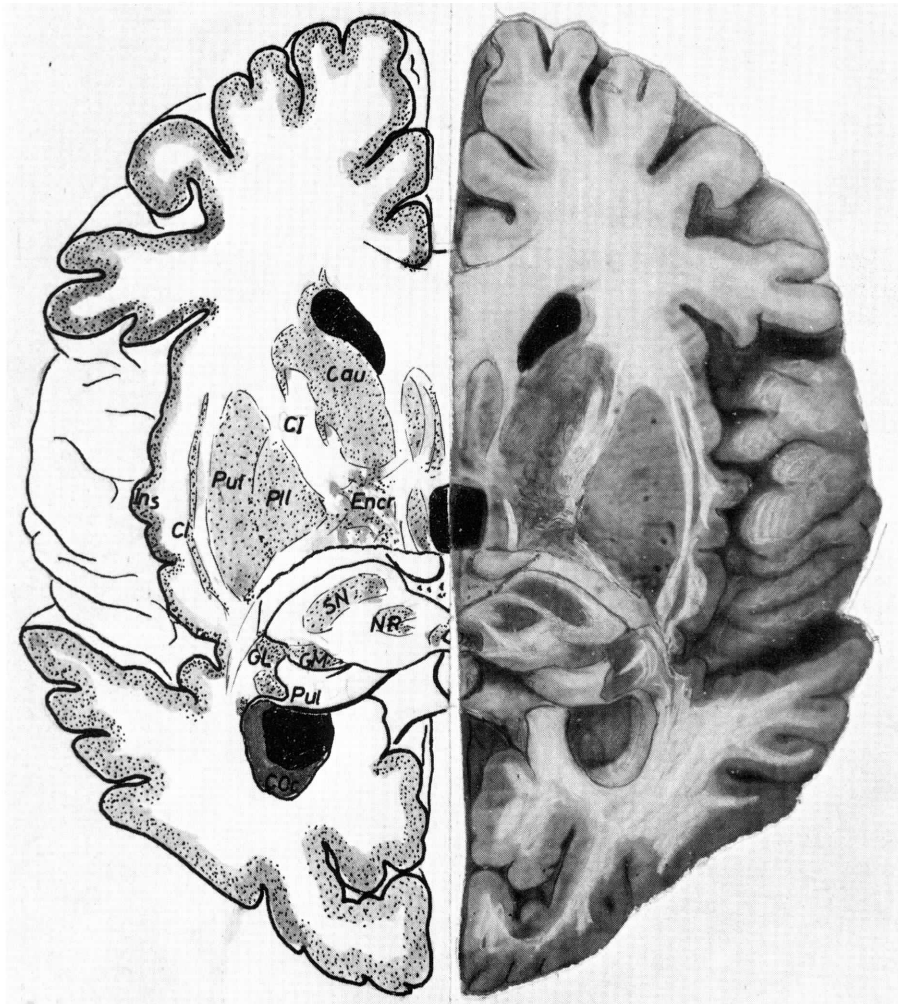


FIG. 301. — Un corte aún más profundo en el panorama precedente ofrece una amplia sección occipitofrontal limitada: Lateralmente, por la ínsula (Ins); por delante, la luz ventricular frontal; por detrás, la luz ventricular occipital (Co C). Notemos bajo la ínsula (Ins), el claustrum (Cl), el putamen (Put) y el pallidum (Pll). Ante el cuerno occipital del ventrículo (COc) está el pulvinar (Pul), el cuerpo geniculado lateral (GL), el cuerpo geniculado medial (GM), así como la substancia negra (SN) y el núcleo rojo (NR). Notemos, por último, detrás del cuerno frontal del ventrículo, la cabeza del núcleo caudado (Cau), la cápsula interna (CI) y la encrucijada reticular estriodiagonal (Encr).

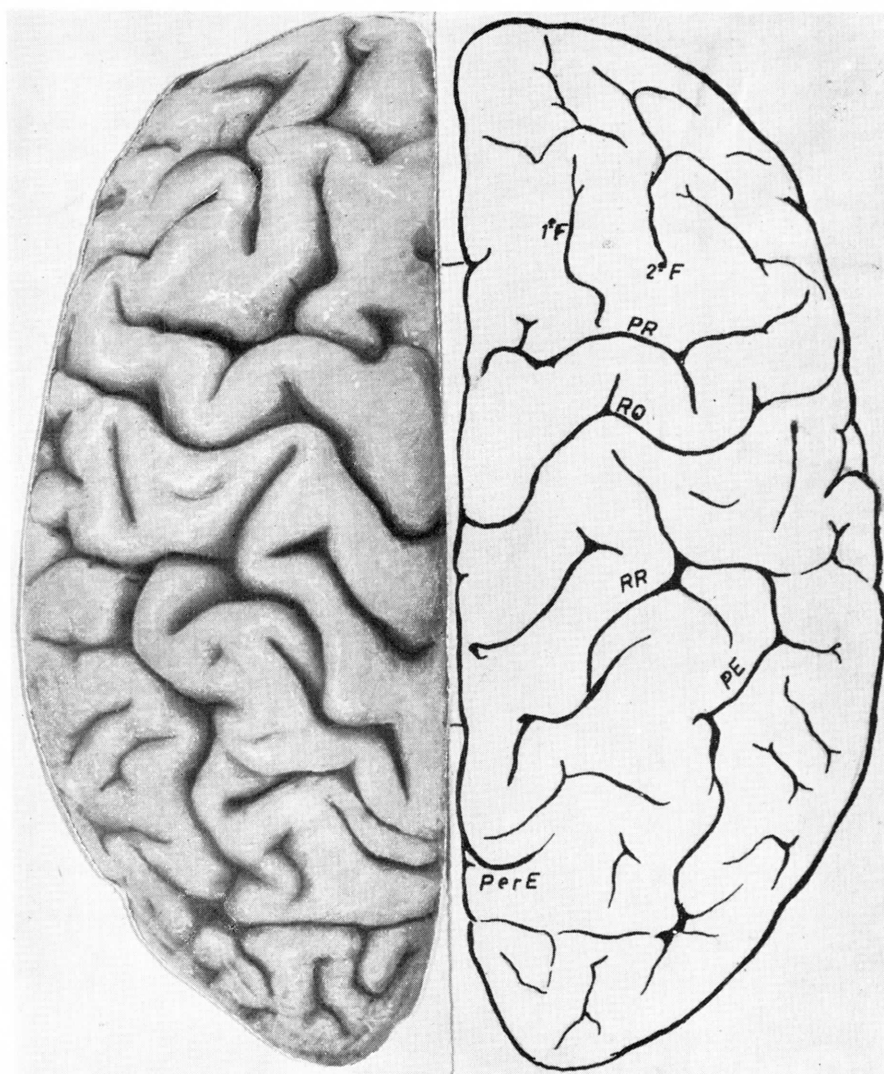


Fig. 302. — Visión dorsal de la superficie del cerebro mostrando los dos hemisferios, separados por la cisura interhemisférica. Como referencias fundamentales están: La cisura de Rolando (Ro), la prerrolándica (PR), la primera frontal (1F), la segunda frontal (2F), la cisura retrorrolándica (RR), la parietal externa (PE) y la perpendicular *externa* (Per E).

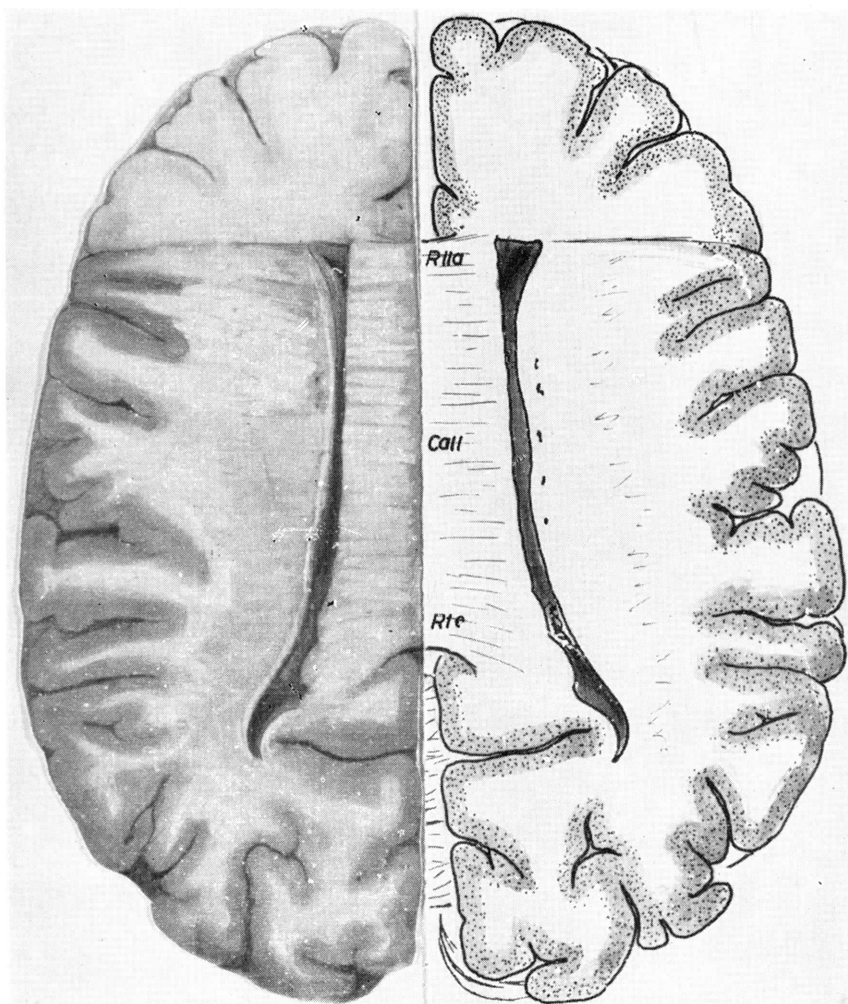


FIG. 303. — Visión dorsal del cerebro después de haber resecado la parte culminante de los hemisferios, tangencialmente al cuerpo calloso (Call), que por delante muestra la rodilla (Rlla) y por detrás el rodete (Rte). Véanse lateralmente los ventrículos.

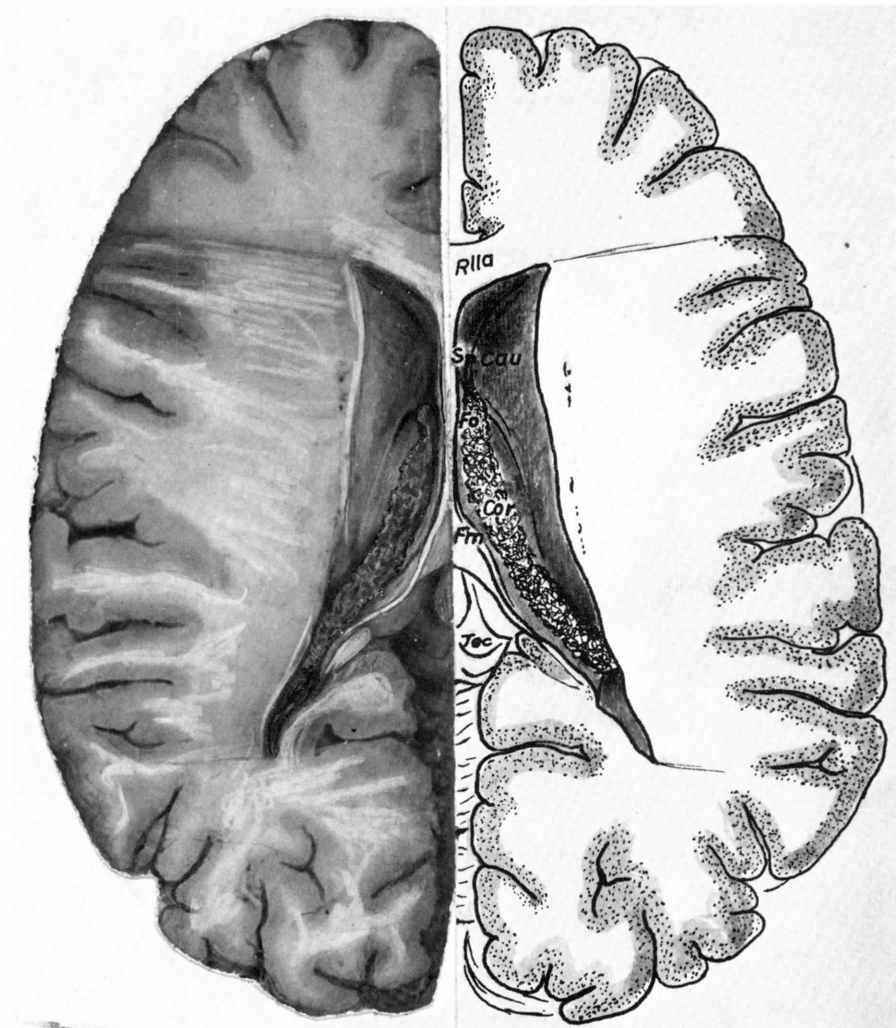


FIG. 304. — En la misma posición dorsal de la figura precedente se da un nuevo corte paralelo, que reseca todo el cuerpo calloso, dejando por delante una parte en la rodilla (Rlla) y por detrás la fimbria (Fm), que va a formar el fórnix (Fo), bajo el septum pellucidum (SP). Nótese la luz ventricular ampliamente demostrada, ofreciendo la cabeza del núcleo caudal (Cau) y los plexos coroideos (Cor). Obsérvense los tectos (Tec).

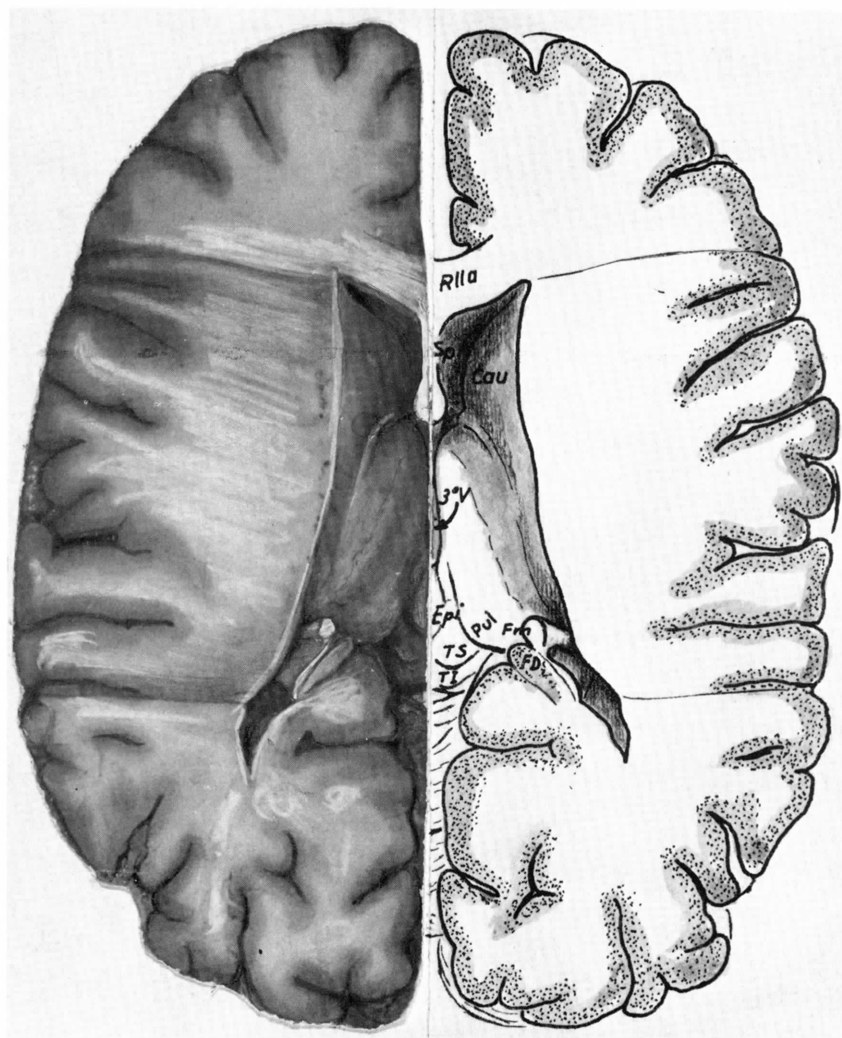


FIG. 305. — Resecando la fimbria y fórnix de la figura anterior se aprecia el tercer ventrículo (3.º V), limitado posteriormente por la epífisis (Epi), bien manifiesta ante el tubérculo cuadrigémino superior (TS) y el inferior (TI). Nótese todavía la cabeza del núcleo caudado (Cau), rodilla (Rlla), (Pul) pulvinar, (Fm) fimbria, (FD) fascia dentada.

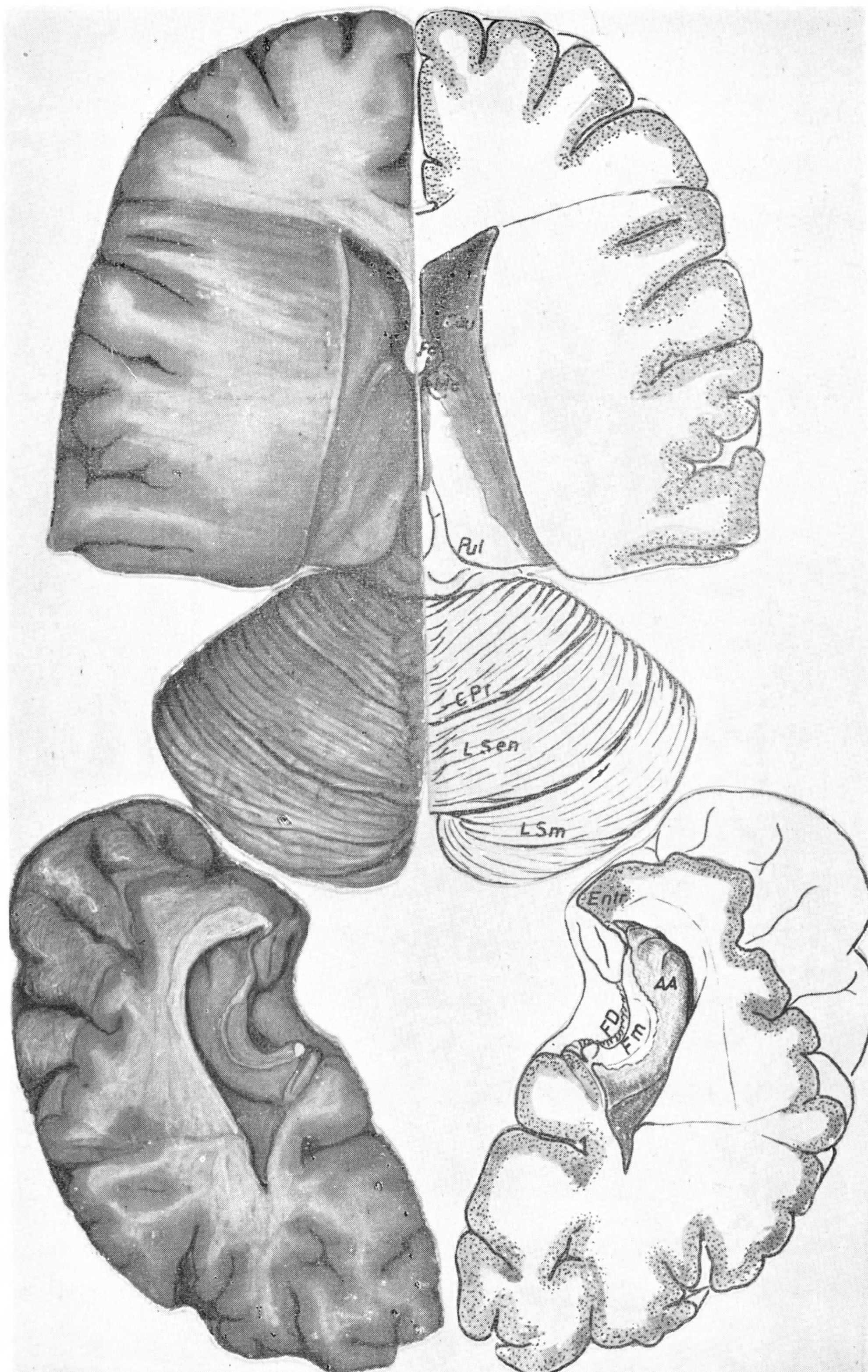


FIG. 306. — En la figura anterior resecamos los polos temporales, cortando en dirección de su luz ventricular. Estos polos son liberados y desplazados hacia atrás. Notemos: (AA) asta de Ammon, (Fm) fimbria, (FD) fascia dentada, (Ent) región entorrinal. En la cara superior del cerebelo se ve la cisura prima (CP), el lóbulo sencillo (L sen) y un lóbulo semilunar (L Sm). Por parte del cerebro, nótese la cabeza del núcleo caudal (Cau), el fórnix (For), el agujero de Monro (Mon) y el pulvinar (Pul).

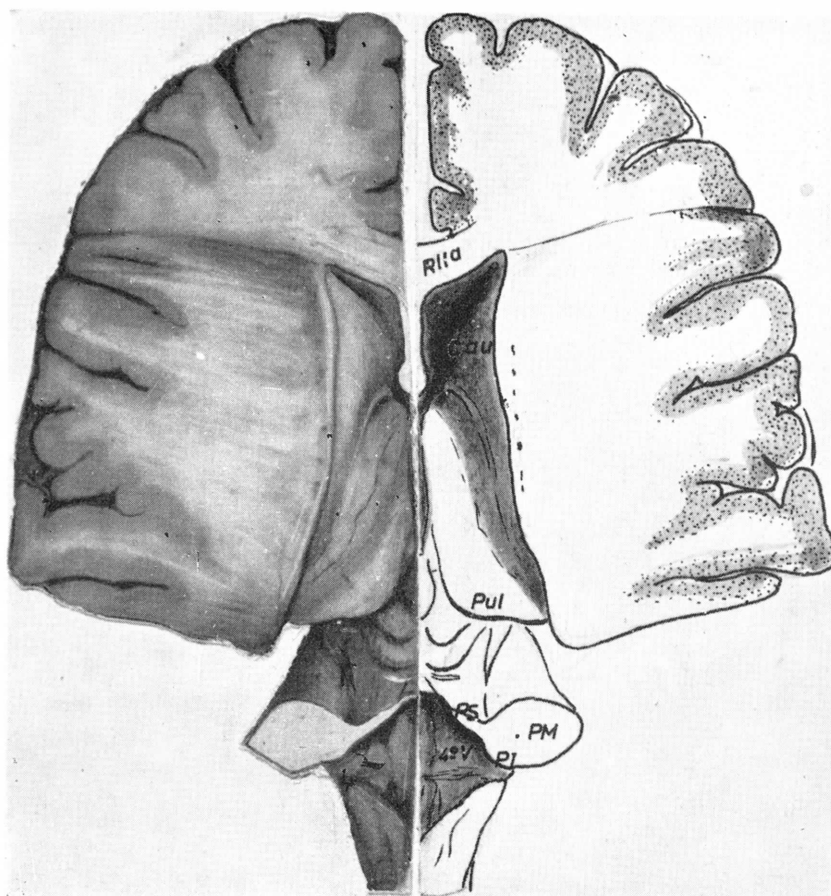


FIG. 307. — Resecando en la figura anterior el cerebelo, queda la sección de los pedúnculos cerebelosos superiores (PS), medios (PM) e inferiores (PI). Ampliamente al descubierto está el cuarto ventrículo (4.º V). En el resto cerebral nótese: La rodilla del cuerpo calloso (Rlla), la cabeza del núcleo caudal (Cau) y el pulvinar (Pul).

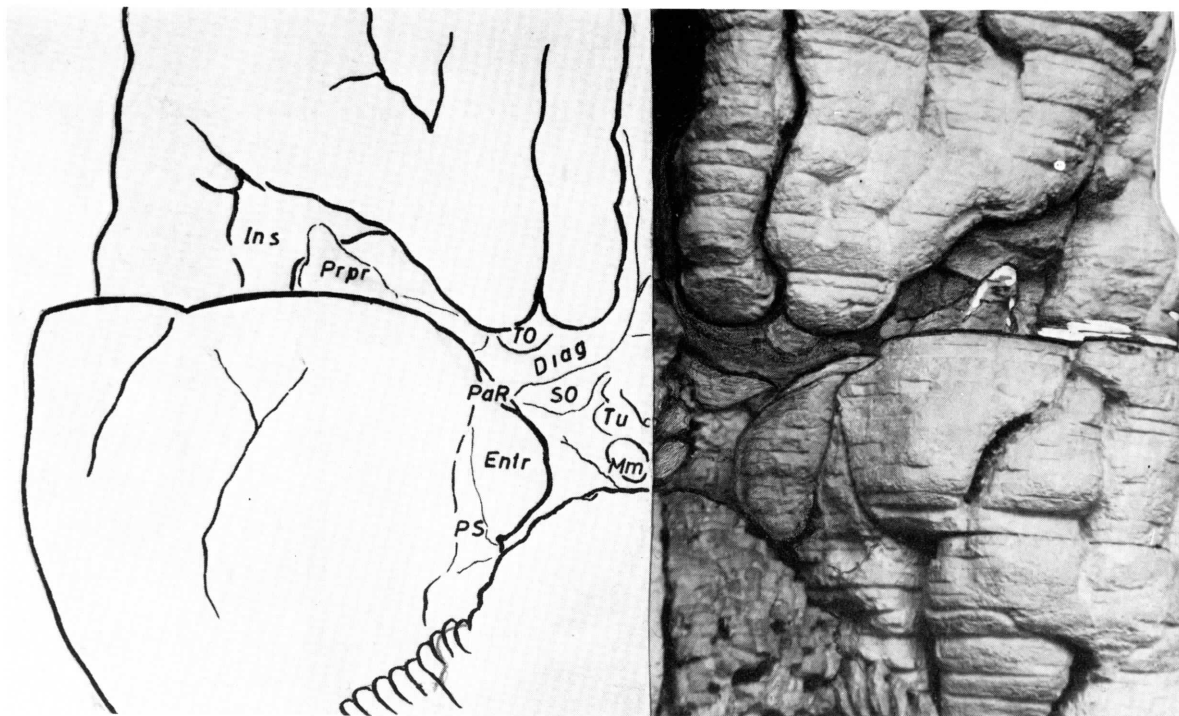


FIG. 308. — Reconstrucción de la base encefálica *eliminando la substancia blanca*. Obsérvese el panorama de superficie. En el centro: (Inf) infundíbulo. Detrás: Núcleos del túber (Tu), cuerpos mamilares (Mm). Delante: Lámina terminalis (LT). Lateralmente: Área hipotalámica lateral (HL), núcleo supraóptico (SO), allocortex diagonal (Diag), tubérculo olfatorio (TO), substancia negra (SN). Nótese el valle de Silvio (VS) limitado lateralmente por el polo temporal (Pol T). En su confluencia medial observemos la región entorrinal (Entr), presubículo (PS), periamigdaleum rostral (Pa R) y región prepiriforme (Prpr).

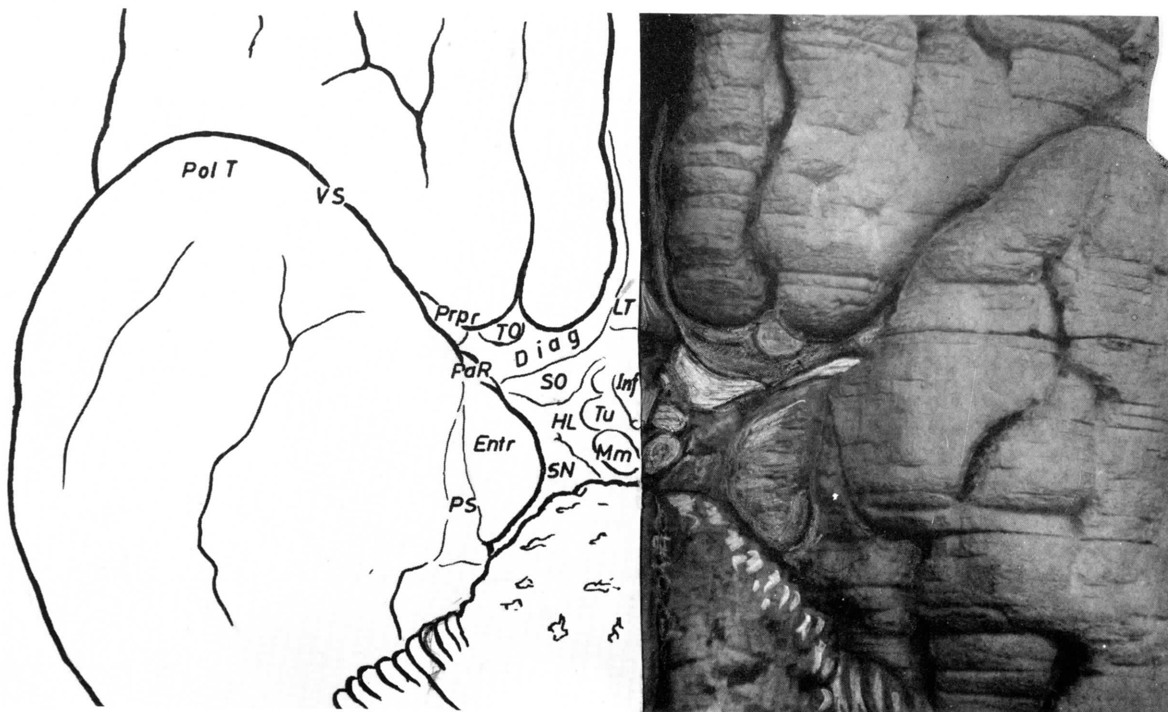


FIG. 309. — Eliminado el polo temporal en la figura precedente, notemos que la región prepiriforme (Prpr) se prolonga bastante hasta el lóbulo de la ínsula (Ins). (En el resto, aplíquese la misma leyenda de la figura anterior.)

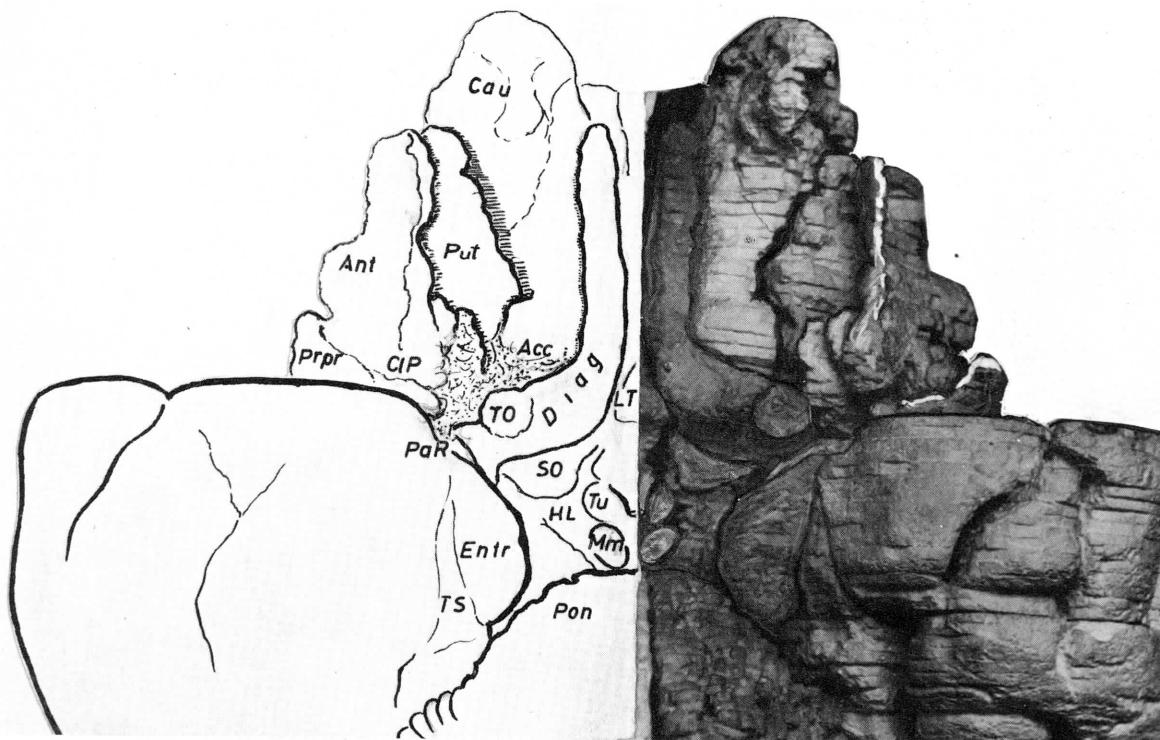


FIG. 310. — En la figura precedente se ha desmontado y separado fácilmente todo el casquete cortical del polo frontal por permitirlo el amplio espacio que dejó por debajo la substancia blanca eliminada de la reconstrucción. Tomando como referencia los elementos comunes con la figura anterior, observamos que el allocortex diagonal (Diag) queda totalmente al descubierto; que el tubérculo olfatorio (TO) está en contacto con el núcleo accumbens (Acc), que es un componente de la encrucijada reticular estriodiagonal. Nótese el putamen (Put), el antemuro (Ant). Obsérvese igualmente que la encrucijada reticular representada en el núcleo accumbens se continúa con el llamado claustrum parvo (Cl P) y, a su vez, con el periamigdaleum rostral (Pa R) (recuérdese el desarrollo de la encrucijada reticular estriodiagonal en los capítulos 41, 42 y 43).

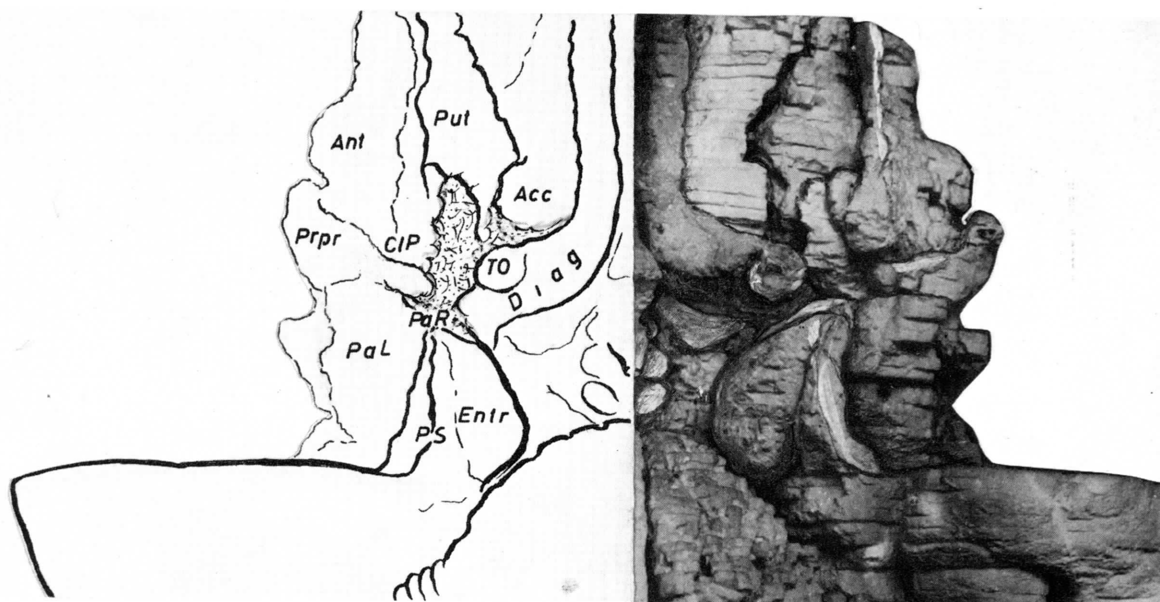


FIG. 311. — Se continúa desmontando corteza temporal en la figura anterior, separando un segmento circular, lo que permite más amplia visión de la profundidad. Sobre detalles comunes con la figura anterior, que pueden tomarse como referencia, observemos el periamigdaleum lateral (Pa L) que ha quedado al descubierto.

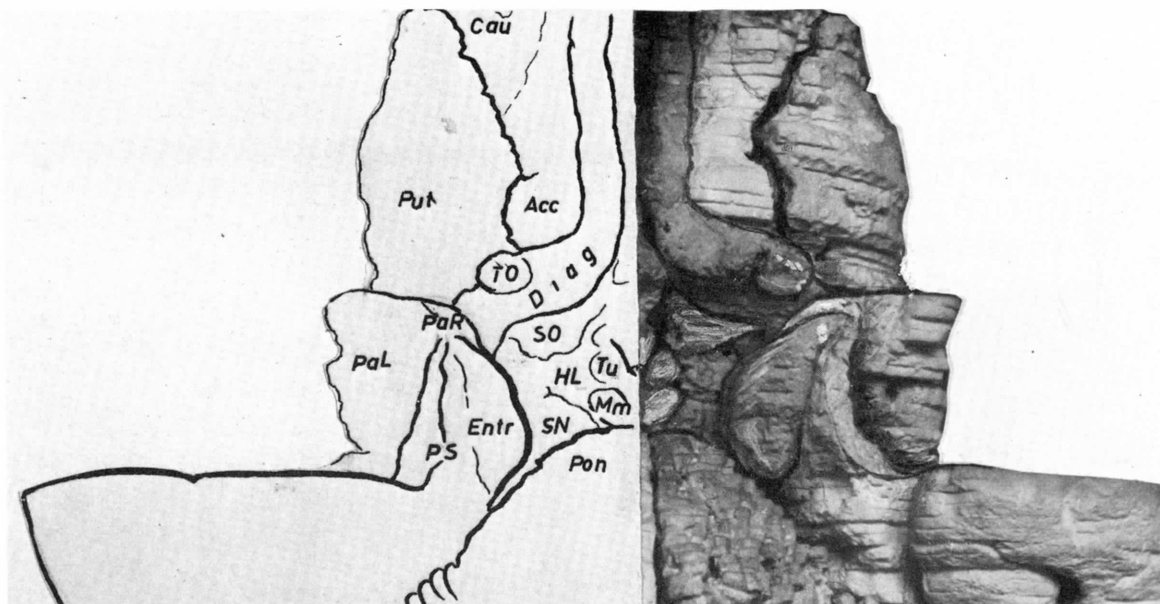


FIG. 312. — Desmontando en la figura anterior, el antemuro que se lleva unido la región prepiriforme, queda el putamen totalmente al descubierto (Put).

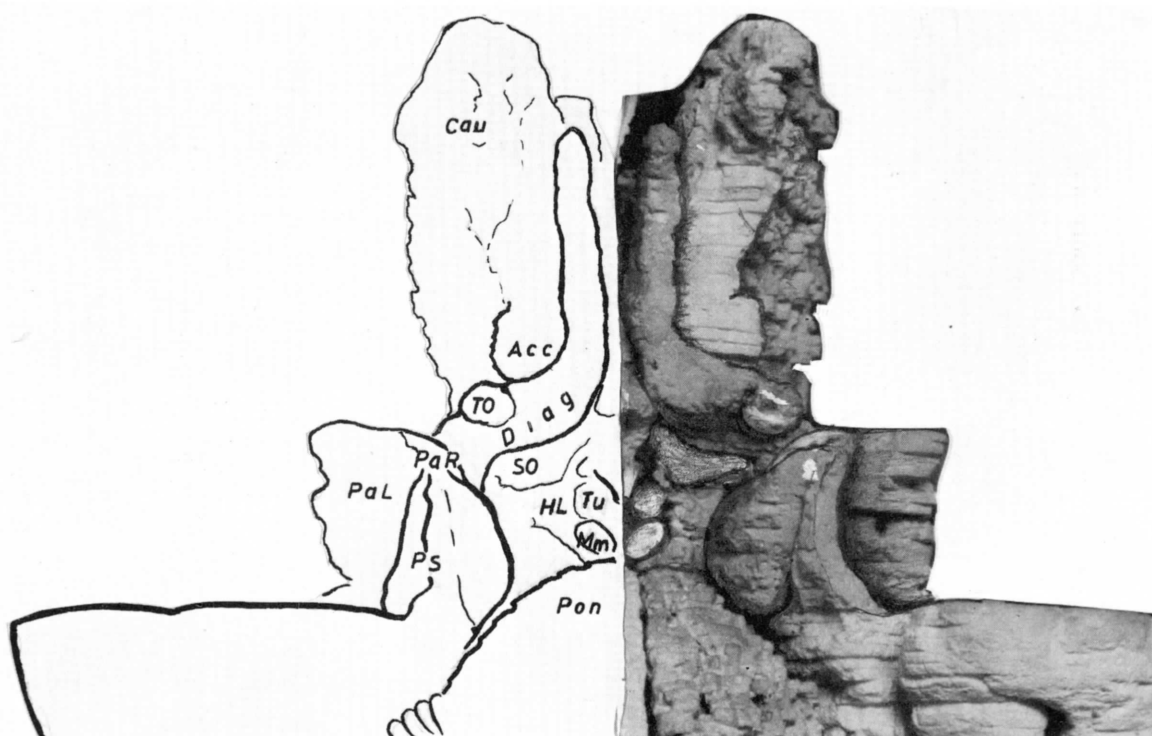


FIG. 313. — Siguiendo el desmontaje, se elimina el putamen y, por lo tanto, todo el núcleo lenticular con el que forma bloque. Nótese así la cabeza del núcleo caudal totalmente visible.

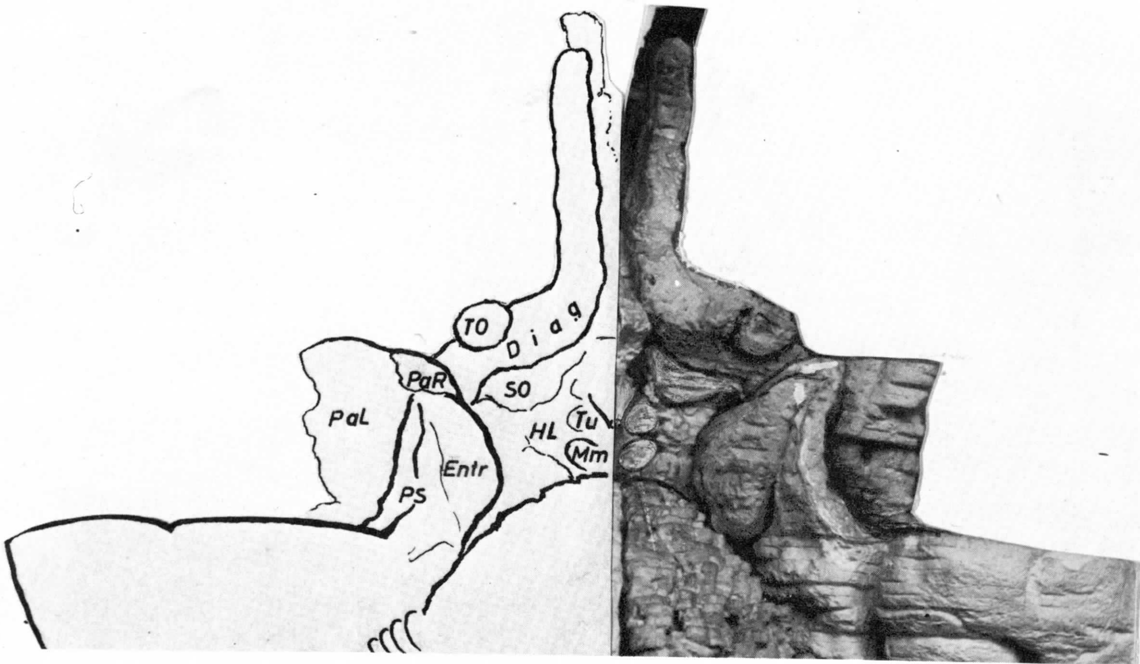


Fig. 314. — Desmontaje de la cabeza del núcleo caudal que lleva anejo el núcleo accumbens, quedando un resto totalmente reconocible.

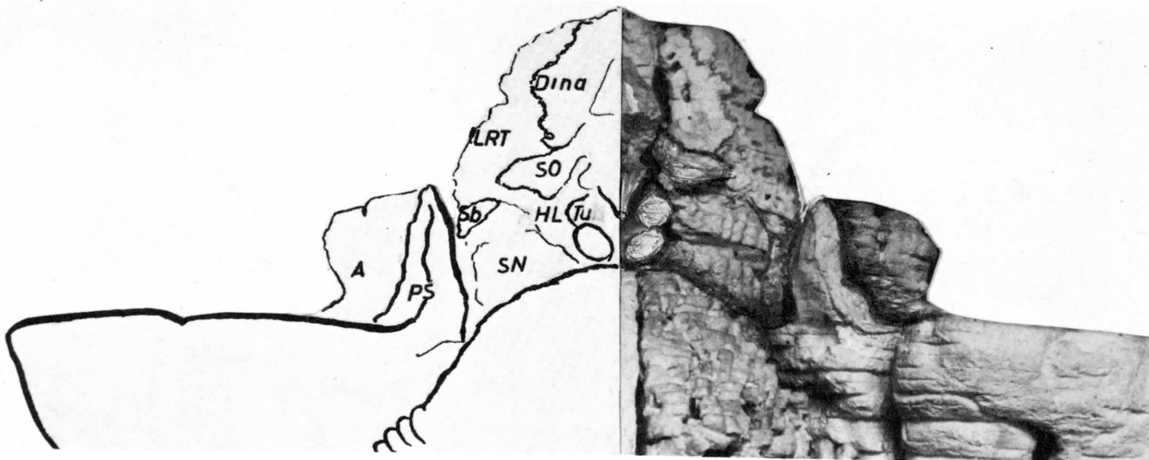


Fig. 315. — Al desmontar el allocortex diagonal de la figura anterior, desaparece también la zona septal y periamigdalar a las que se encontraba unido. El resto que queda, por parte del diencéfalo corresponde a la formatio reticularis, donde distinguimos la zona dinamógena de Hess (Dina), la lámina reticularis talami (LRT) y el núcleo subtalámico (Sb). Por parte del telencéfalo, queda resto amigdalar = el amigdaleum profundo (A). Los demás detalles son fácilmente reconocibles si se comparan con las figuras anteriores.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Topografía craneoencefálica. Contrastes radiológicos. Contrastes naturales y contrastes provocados. Contrastes de superposición lateral. Contrastes cisternales. Contrastes ependimarios. Contrastes vasculares. Topometría cartesiana. Topometría de referencias locales. Atlas topométrico. Panoramas laterales. Eje principal encefálico. Cuadrícula encefálica. Planos frontales encefálicos topométricos. Panoramas basales y dorsales.

CAPÍTULO 56

IMPULSOS MOTORES AUTOMÁTICOS = VÍAS EXTRAPIRAMIDALES

El fundamento de la organización en el sistema nervioso, hemos visto que se refiere al camino de corrientes bioeléctricas, que en un principio son sensibles, pues parten de receptores y sirven de informe a los centros superiores donde llegan; después, la corriente es motora al impulsarse, en último término, a los centros neuromusculares del neuroeje. Si ahora tomamos miras aplicativas, diremos que los procesos sensitivos y motores pueden ser expresados por el paciente; lo sensitivo se hace de una manera subjetiva; el acto motor, en cambio, se expresa objetivamente. Por eso, el movimiento en sí es referencia fundamental en clínica neurológica. Ello nos obliga a empezar estudiando las vías motoras.

La contracción de un músculo (Mus) (figura 316) se debe al impulso que le llega de las grandes neuronas de los dientes del asta anterior, llamadas *neuronas alfa.* La enfermedad específica de una neurona alfa se da prácticamente sólo en las llamadas parálisis musculares progresivas, que van acompañadas de atrofia inseparable e irreversible del músculo correspondiente. Aparte de la neurona alfa, existe la llamada *neurona beta,* situada en el asta lateral y que conocemos como ortosimpática, llevando el impulso al ganglio simpático (GS) y de aquí a la vascularización del músculo, a su tejido elástico y a la parte sarcoplástica de su miofibrilla. La enfermedad de la neurona beta no debe determinar trastornos musculares en forma de parálisis, sino trastornos accesorios de la nutrición muscular, que por el momento, se escapan de nuestro campo. Debemos considerar, además, la llamada *neurona gamma,* que no es otra que la existente en el ganglio raquídeo (GR) recogiendo el estado del tono muscular para enviarlo como reflejo al asta anterior y desencadenar una contracción. El reflejo sencillo nace, pues, en una deformación pasiva del músculo y responde con la adaptación tónica activa del mismo músculo. Notemos que en el resto del asta anterior existe una substancia reticular (R) que facilita la acción refleja que venimos indicando, pues está cargada de cierto potencial de reserva. En la parálisis infantil suele afectarse esta zona reticular directamente; la neurona alfa se puede afectar entonces, pero indirectamente, basándose en esta circunstancia el pronóstico y el tratamiento que hay que seguir en dicha enfermedad.

Al asta anterior llegan impulsos de toda clase de centros: centros automáticos, centros voluntarios y centros instintivos. Los

[1] A propósito de los impulsos automáticos y vías piramidales puede consultarse: SCHALTENBRAND (1959), en su capítulo sobre el concepto del *sistema Gamma.*

centros automáticos o extrapiramidales dan lugar a las llamadas vías extrapiramidales que vamos a estudiar.

Impulsos automáticos o vías extrapiramidales

El primer centro motor automático es el llamado centro del *tono humoral*. Se trata de la *substancia reticular romboencefálica* (R Rom), ya conocida, cuyo nivel potencial está en relación con el estado carbónico de la sangre y que mediante los haces reticuloespinales (HRE) llega a la médula para proporcionar potencial de tono general al asta anterior y, en particular, impulso a los músculos respiratorios. La lesión de la substancia reticular determina, pues, trastornos respiratorios ante todo, seguidos de la muerte. Tal es el caso de algunos aspectos de la parálisis infantil. La lesión del haz reticuloespinal por encima del 5.° metámero cervical determina la muerte por paro respiratorio; en cualquier otro nivel de la médula, pero siempre debajo del nivel de salida de los nervios respiratorios, que es inferiormente al 5.° metámero, determina variaciones globales del tono humoral muscular, a veces, en clínica, difíciles de interpretar; sus bases son las siguientes: los centros del asta anterior, por debajo de la lesión transversal de la médula, deben quedar indemnes y, por lo tanto, conservar los reflejos metaméricos, los cuales se expresarán exaltados desde el momento en que las sensibilidades recibidas en la médula por golpeteo tendinoso, por ejemplo, ya no pueden seguir su clásico camino ascendente por el cordón posterior, al estar seccionadas (Sec) (fig. 317), teniendo por lo tanto que derivar masivamente por el antiguo arco reflejo metamérico. Estos reflejos acabarán consumiendo la reserva de potencial del asta anterior, ya que ésta no puede reponerse al haber quedado desconectada del haz reticuloespinal. Ello conduce a un precoz agotamiento de tales reflejos metaméricos y del tono muscular.

Un segundo centro motor automático es el *estático-postural* y corresponde fundamentalmente al *cerebelo*. Este complejo centro funciona cuando está facilitado por el potencial que le viene de la substancia reticular difusa cerebelosa (RX), la cual, a su vez, recibe el potencial del sáculo (Sac). El sáculo se excita cuando el individuo está en pie y entonces facilita la función de los centros estático-posturales a los que rodea, como son: el núcleo de Deiters (Dei), que impulsa al enderezamiento grosero; el núcleo fastigii (Fs), que impulsa al equilibrio pendular de pequeñas oscilaciones; el núcleo globoso (Glo), que impulsa al equilibrio estático-postural en todos sus aspectos; el núcleo dentoemboliforme (Dent), en fin, que impulsa al equilibrio en la marcha y, por lo tanto, a adoptar posturas de compensación que obliga la marcha automática, en el pie, hombro, cuello y dirección visual, todo ya conocido. Si los centros mencionados están facilitados por aquel estímulo del sáculo, entonces la actuación tónica se realiza a expensas de los informes que se reciban de los conductos semicirculares, así como de las fibras de sensibilidad del tono muscular, cerebelosas dorsal y ventral (HCD, HCV). Si el individuo no está en pie, el sáculo no se estimula y tampoco se estimulan los centros estático-posturales indicados.

Un tercer centro motor automático es el destinado al *decúbito-postural*, correspondiente a la *oliva bulbar* (Ol B), cuando el individuo, acostado, recibe el informe de su decúbito mediante las fibras de sensibilidad *superficial* grosera fundamentalmente. Entonces el núcleo emite impulsos, mediante el haz olivoespinal (H Ol E), que son posturales de decúbito y que se integran merced a los informes que llegan de la corteza cerebelosa mediante fibras cerebeloolivares, ya conocidas. La postura en el decúbito supino tiende a adaptar el retrosoma y la raíz de las extremidades superiores al plano del decúbito. En el decúbito lateral, en cambio, el tronco establece una cierta flexión en relación con las extremidades para aprovechar mejor el plano de apoyo.

Los centros automáticos del tono humoral y estático-postural funcionan armónicamente mediante el núcleo rojo (NR) que los conecta.

Un cuarto centro motor automático es el del *aprestamiento postural*, correspondiente a los *tubérculos cuadrigéminos* (Tec). Ahora interesa aquí referirnos sólo a un reflejo de aprestamiento postural de la planta del pie que se utiliza en clínica. La planta del pie ofrece un reflejo metamérico en el recién nacido, que se desencadena por un profundo roce plantar y responde con una especie de sacudida

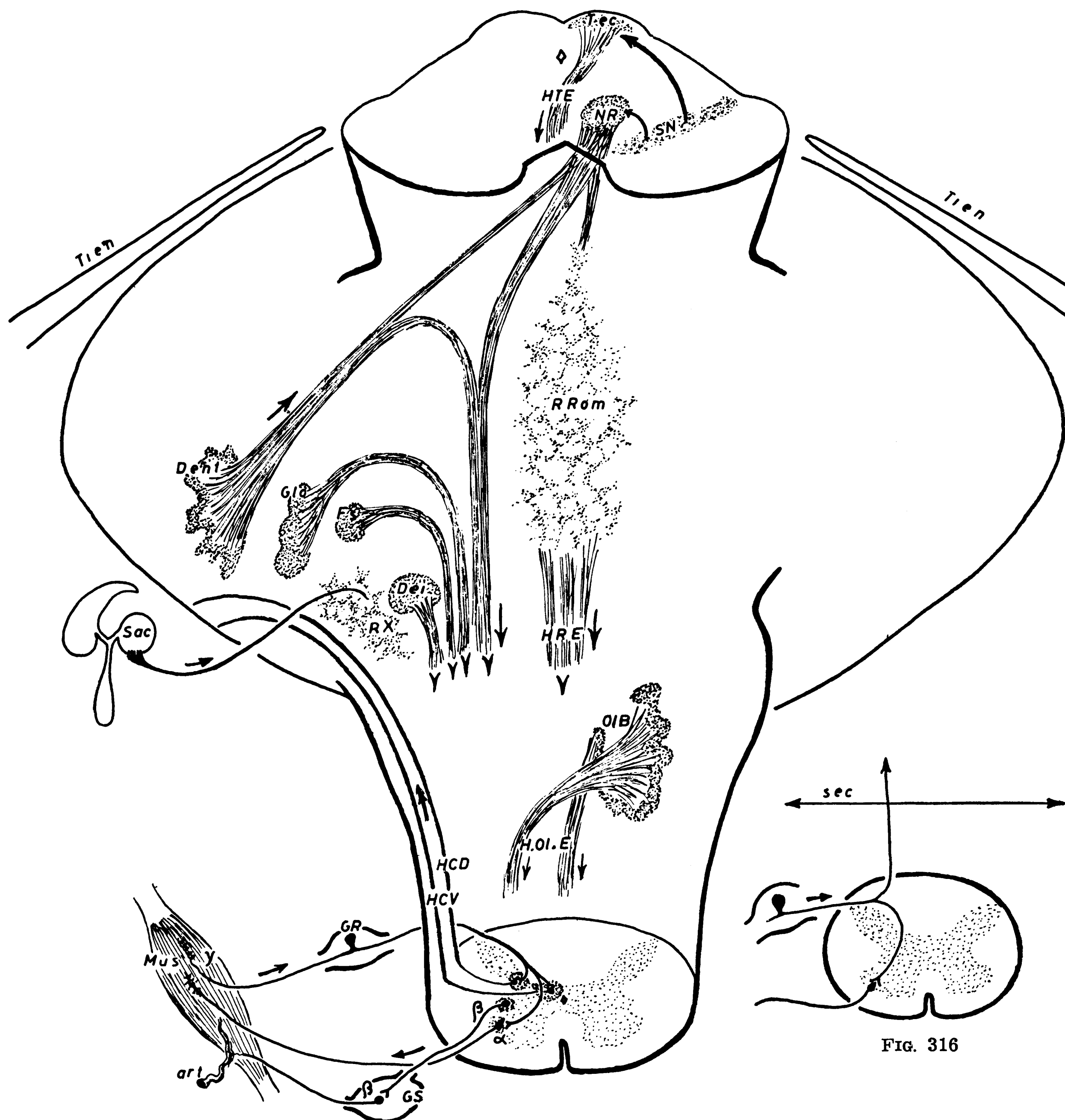


FIG. 316

FIG. 317

FIGS. 316 y 317. — Vías extrapiramidales = Impulsos motores automáticos.

que retira la planta y sobre todo los dedos, en concreto el dedo gordo. Este reflejo, llamado de Babinski, va desapareciendo cuando la derivación metamérica de la corriente es conducida en sentido ascendente por los cordones posteriores (fig. 317). En condiciones normales, el reflejo de Babinski va siendo sustituido, pues, por otro reflejo que se hace en los tubérculos cuadrigéminos y se lanza por el haz tectoespinal (H TE); es el reflejo plantar de aprestamiento que tiende a flexionar los dedos y la planta hacia el objeto que la estimula, manifestándose, por lo tanto, todo lo contrario que el primitivo reflejo de Babinski al que sustituye. Es obvio decir que el reflejo de aprestamiento de la planta normal en el adulto desaparece cuando hay una interrupción del neuroeje y, en cambio, reaparece el antiguo metamérico de Babinski.

Todos los centros automáticos indicados hasta ahora, necesitan un centro armonizador global, también automático, a base de la *substancia negra* (SN), cuyo funcionamiento ya es conocido. La acción de los centros automáticos que indicamos se independiza cuando los impulsos superiores (instintivos y voluntarios) no pueden llegar allí. Tal ocurre en el proceso clínico de la llamada descerebración, cuando por compresión de un tumor intracraneal el neuroeje se va desviando contra el borde cortante de la tienda del cerebelo (Tien), que la comprime y determina la desconexión. En la descerebración, pues, aparte de la pérdida del conocimiento por desconexión de los centros superiores, viene la independencia y automatismo de todos los centros extrapiramidales que hemos referido. Por lo tanto, el individuo, que se encuentra en decúbito, ostenta la llamada rigidez del descerebrado, que expresa esa exaltación de los reflejos posturales de decúbito ya conocidos, que en estado supino llevan a una fuerte adaptación del tronco y de la raíz de los miembros al plano de la cama, mientras que en decúbito lateral llevan al tronco y miembros a estados flexurales, siempre de gran rigidez. Si la descerebración se ha producido muy alta, el paciente, aun con pérdida de conocimiento, es capaz de expresar un cierto equilibrio en pie (ayudado por el explorador) y a exaltar movimientos posturales compensadores del cuello y miembro inferior, si se obliga a variar la postura del miembro superior, recordando todo al impulso cerebeloso puro de la marcha rítmica. Si la descerebración es baja o si hay compresión bulbar, entonces la respiración de compresión bulbar que se manifiesta la relacionaremos con la compresión de la substancia reticular respiratoria. Esta manifestación suele ir acompañada de signos de excitación de los núcleos del puente, expresados en ciclos de movimientos rítmicos de la extremidad superior e inferior que rechazan el embozo de la cama, destapándose el paciente en completa inconsciencia y que unido a la respiración de compresión bulbar indicada, encierran un pronóstico fatal.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Impulsos motores automáticos = *Vías extrapiramidales*. Contracción muscular metamérica por influjo *alfa*, *beta* y *gamma*. Tono y reflejos metaméricos. Tono y reflejos humorales. Tono y reflejos estaticoposturales. Armonía humoral estaticopostural. Substrato de la organización de las funciones indicadas.

CAPÍTULO 57

IMPULSOS VOLUNTARIOS = VÍAS PIRAMIDALES

El punto de partida de impulsos voluntarios se tiene que relacionar con la zona de máxima actividad encefálica que consideramos en el área 46 (fig. 3), zona que influye en todas las áreas vivenciales adyacentes. Esta influencia llega a un tope en la cisura de Rolando, ante la cual se encuentra el área 4 o área piramidal, ya conocida, desde donde se lanzan los impulsos piramidales o voluntarios a todo lo largo del neuroeje. Por todo lo dicho, el matiz voluntario de esos impulsos viene dado por el carácter vivencial de la corriente que llega al área 4. En cuanto al trayecto a recorrer hasta el músculo por dicho impulso sin apenas sinapsis intermedia, es para conservar canalizado dicho matiz voluntario, sin adulteración por interferencia de impulso automático alguno. La longitud del trayecto recorrido, por otra parte, exige un largo axón, propio de una célula piramidal gigante.

El área 4 ofrece zonas musculares, topográficamente referidas a la silueta de un homúnculo invertido, donde son más extensas las zonas que corresponden a musculaturas capaces de actos de mayor matiz inteligente[1]. Así (figs. 318 y 320), tenemos amplias zonas para la musculatura facial inferior (F), para la mano (M) y para el pie (P). Mucho más pequeñas son zonas sin matiz inteligente que corresponden al tronco (T). La raíz de los miembros, en cambio, ofrecerá en el homúnculo áreas de una extensión intermedia entre las capaces de la mayor inteligencia y las del tronco. Ante el área 4 está el área 6, que muestra centros coordinados para todos los movimientos posibles y así tenemos una zona (P') que influirá en las musculaturas del área 4, para la *deambulación*; una zona (M') que influirá sobre las musculaturas de las extremidades superiores del área 4, para la *manipulación*; algunos centros coordinados de menos importancia, como los de cabeceo (C), que regulan movimientos de cuello en relación con los procesos anteriores. Siguiendo con centros coordinados, ya no queda espacio en el área 6, pero lo hay en las áreas 44 y 45, para seguir considerando centros *coordinados motores del lenguaje y de la manipulación para la escritura*, respectivamente, todo ya conocido en anteriores capítulos, siendo igualmente conocida, por lo tanto, la influencia obligada que tienen estas áreas 44 y 45 sobre los centros musculares que les corresponden en el área 4. Existe también otro centro de coordinación desplazado hacia el área 9, que rige la dirección de la mirada y que está muy en relación con el área 46, de la que recibe constante influjo. Veamos, pues, que todos los centros coordinados indicados van a influir en el área 4. El área 46, sin embargo, es siempre básica, estando su manera de actuar un tanto condicionada a

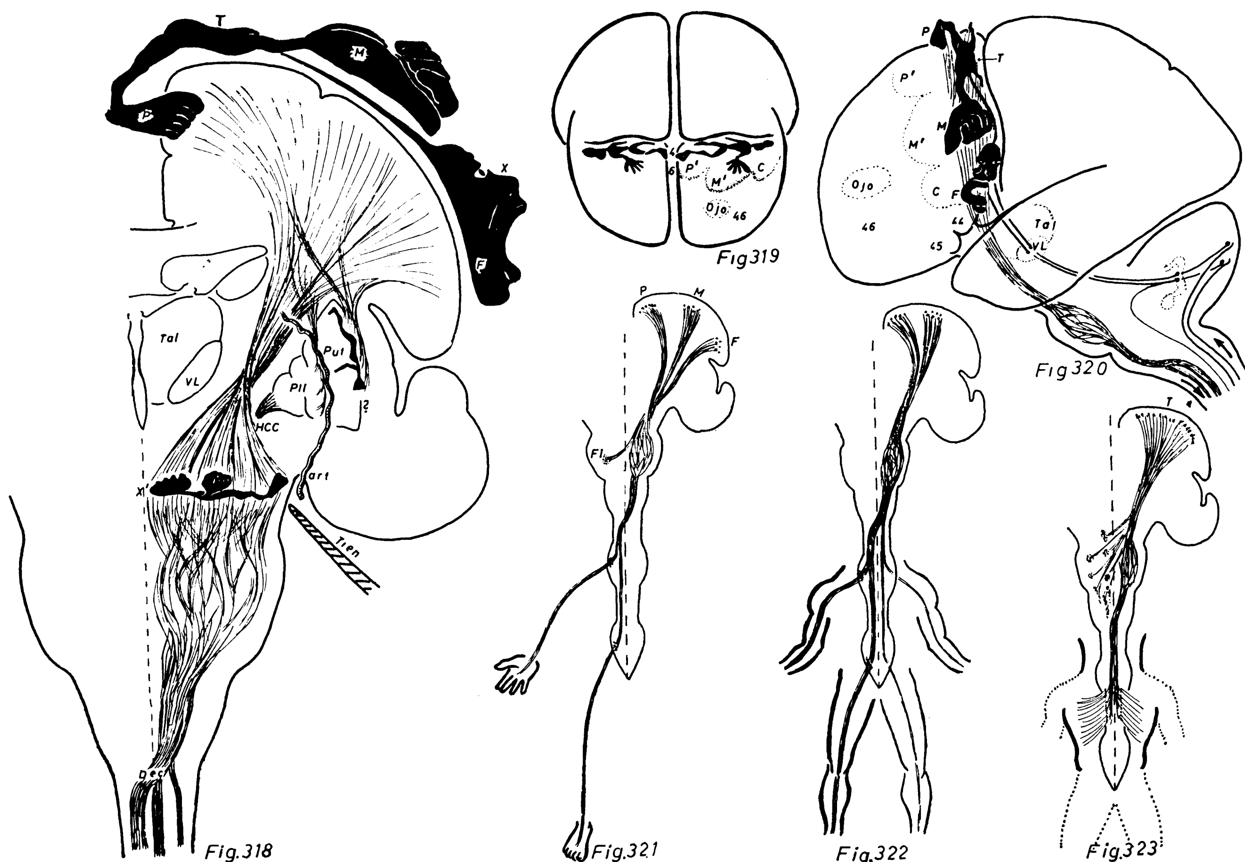
---

1 Sobre el área precentral: BUCY (1944), O'LEARY (1944).

las vivencias experimentales que se hayan ido acumulando por todas las áreas circundantes.

La supeditación de todas las áreas indicadas a la 46 y, en último término, su tope en el área 4 o hilio de salida, debe de referirse al diagrama del cerebro completo (fig. 319), notando que los centros coordinados de la ambulación (P'), de la manipulación (M'), del lenguaje (44), de la escritura (45) y de la mirada (ojo), tienden a ser unilaterales en funcionamiento, lo mismo que el área 46, casi siempre localizada en el lado izquierdo, salvo en los zurdos. Durante el reposo hay, sin embargo, un dominio del lado derecho que efectúa una sustitución funcional. Las áreas piramidales, en cambio, ostentan un desarrollo relativamente equilibrado en el lado derecho y en el lado izquierdo. A este propósito debe de comprenderse que los centros coordinados del área 6, así como del área 44 y del área 45, que funcionan unilateralmente, deben de lanzar sus estímulos a las áreas piramidales de ambos lados y, por lo tanto, deben de utilizar el cuerpo calloso para enviar conexiones al área piramidal opuesta (fig. 319).

El área piramidal lanza sus fibras a lo largo de la cápsula interna hacia el pie peduncular (fig. 318), pero al pasar por el pico del pallidum (Pll) sufren una torsión, de tal manera que la silueta del homúnculo, que en la corteza cerebral muestra la cabeza hacia afuera, c o r r e s p o n d e, en el pie peduncular, con un homúnculo que muestra la cabeza hacia adentro (X'). Cuando la cápsula interna se lesiona, habitualmente ocurre por encima del pallidum, por ruptura a este nivel de la arteria capsular (Art). La lesión puede también tener lugar a nivel del pie peduncular, al ser comprimido por la tienda cerebelosa (Tien) cuando



FIGS. 318, 319, 320, 321, 322 y 323. — Vías piramidales = Impulsos voluntarios.

empieza una compresión cerebral (que más tarde llevará a la descerebración clínica).

La ruptura de la arteria capsular se hace donde está más débil, junto al pallidum, y si la hemorragia es puntiforme, como ocurre algunas veces, sólo se afectarán los movimientos de la cabeza, por lo tanto. Cuando, por el contrario, se comprime la tienda cerebelosa (Tien), empiezan a afectarse, en cambio, las fibras que actúan en la musculatura de los pies (fig. 318).

El haz piramidal se lanza descendente y debe de cruzarse a nivel de la llamada zona de decusación bulbar (Dec) (fig. 320), pero su cruzamiento es más o menos completo en relación con el matiz inteligente de las fibras piramidales, de tal forma que las fibras muy inteligentes (fig. 321), que son las que van a los músculos del pie (P), mano (M) y facial inferior (F), se cruzan todas sin excepción en el bulbo y después en la médula, caminando por el haz piramidal heterolateral. Las fibras medianamente inteligentes, que corresponden a la musculatura del resto de las extremidades (incluyendo su raíz en el tronco), se cruzan bulbarmente en una buena parte (fig. 322), yendo por lo tanto casi todas por la vía heterolateral en la médula espinal, mientras que una pequeña parte irían por vía homolateral. Por último, las fibras no inteligentes, lanzadas desde cada área 4, al llegar a la decusación se distribuyen cada una por ambos lados a partes iguales, caminando en la médula por el haz piramidal anterior a ambos lados del surco medio para impulsar la musculatura del tronco (fig. 323). Cuando en una intensa hemorragia cerebral se destruyen todas las fibras piramidales de la cápsula interna, resulta una hemiplejía total en los primeros momentos, pero después hay recuperaciones musculares, como acontece a las del tronco, que se restablecen en seguida por ser bilaterales desde cada lado; pocos meses después se va restableciendo parte de las extremidades paralizadas en relación con la reeducación a que se las somete, pero quedarán definitivamente irrecuperables los movimientos voluntarios faciales anteriores, los de la mano y los del pie, por tratarse de fibras estrictamente heterolaterales [2].

El carácter voluntario y el matiz inteligente de los impulsos piramidales, va secundado por un impulso vital que proporciona fuerza muscular suficiente para que aquel impulso voluntario se logre sin dificultad alguna. Se trata, pues, de impulsos de acometividad de un acto muscular, que se integran en el núcleo lenticular, que ofrece una topografía muscular un tanto imprecisa (figura 318), pero comparable a la de la corteza motora. Así consideramos un homúnculo invertido extendido verticalmente por las divisorias del putamen (Put) (sin participar en el tercio inferior del mismo). En el pallidum (Pll), la topografía es aún más imprecisa. Desde dichas zonas se lanzan los impulsos de acometividad por el haz central de la calota (HCC), para llegar a los centros extrapiramidales referidos en el capítulo anterior, que son los que realmente colaboran para la suficiente realización del acto. A las zonas referidas del putamen y pallidum llegan derivaciones de los haces piramidales, con lo cual el impulso voluntario y el impulso de acometividad pueden resultar simultáneos.

Un detalle clínico debe de señalarse aquí en casos de hemorragia intensa de cápsula interna con hemiplejía recuperable, pues viene una fase final de rigidez (parkinsoniana), porque en la hemorragia de la cápsula interna, el núcleo lenticular queda englobado y atrófico (ver capítulo siguiente), sin poder integrar impulsos de acometividad.

La lesión de las vías piramidales puede hacerse también en la misma corteza cerebral. Tal es el caso cuando la arteria silviana izquierda (Sil) sufre un atasque o embolia, cosa no rara dentro de enfermedades del aparato circulatorio. El área de riego de la silviana izquierda (véase fig. 261, cap. 53) es bastante amplia e incluye (figs. 318 y 319) casi todo el área piramidal, salvo la

[2] En cuanto a la heterolateralidad o bilateralidad de los impulsos piramidales: FULGOSI (1956), REQUENA (1957), etc.

zona de los movimientos de los pies; incluye también todo el área motor del lenguaje y escritura, 44 y 45, así como muchas áreas sensibles de imágenes, tanto las conceptuales como las inteligentes y las intelectivas. Por ello, la hemiplejía, en caso de embolia cerebral de la silviana izquierda, abarca también un trastorno completo del lenguaje, acompañado de un déficit mental por faltar el informe de las imágenes conceptuales, inteligentes e intelectivas.

El área 4 necesita, para funcionar, informes de la postura de la zona muscular que ha de moverse. Los informes posturales los envía el cerebelo, que integra merced a muchas sensibilidades que le llegan, entre ellas las de los haces cerebelosos dorsal y ventral. La enfermedad de estos haces cerebelosos (que se dan de una manera hereditaria) imposibilitaría al cerebelo para rendir el informe al área 4. Como recordatorio del informe de postura debemos de añadir que los impulsos que salen del núcleo dentado (Dent) (fig. 318) tienen en parte que rendirse como informe al núcleo ventral lateral del tálamo (VL), para que de aquí, a su vez, lleguen al área 4. La enfermedad de este tracto, y en concreto del núcleo ventral lateral, produce irritación de estas fibras posturales, que deben llegar al área 4 y, en consecuencia, servirán informes falsos. Por eso, cuando en estas condiciones el área 4 funciona, lo hace con irregularidades extraordinarias sin conseguir el fin propuesto (ejemplo, abrochar un botón). Ello se conoce en clínica como dismetría que se descubre en un acto voluntario y cuyo tratamiento por coagulación estereotáxica del núcleo ventral lateral está dando buenos resultados, pues los informes falsos que envía al área 4 quedan así suprimidos.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Impulsos voluntarios = *Vías piramidales*. Matices de inteligencia. Topografía del movimiento. Tractos piramidales ordenados, en cuanto al matiz de inteligencia y en cuanto a la topografía motora. Topografía de las vías piramidales a nivel de la cápsula interna y en el pie peduncular. Fundamentos de las parálisis y de las hemiplejías. Su referencia a impulsos instintivos y automáticos.

CAPÍTULO 58

IMPULSOS INSTINTIVOS = VÍAS METAPIRAMIDALES

Todo ello está destinado a la conservación del individuo y de la especie, debiendo de llegar el influjo directa e indirectamente a los centros neuromusculares del neuroeje, con el fin indicado. Sin embargo, el movimiento producido es menos marcado que el de los impulsos voluntarios de las vías piramidales estudiadas en el capítulo precedente. Por lo tanto, el trastorno de las vías instintivas no determina parálisis, sino que se limita a influir simplemente en un matiz del movimiento.

Los impulsos instintivos clásicos pueden expresarse como impulsos defensivos, impulsos de actitud instintiva específica, impulsos de agresividad, en fin, impulsos de acometividad, que sin matiz agresivo refuerzan cualquier otro impulso. Todo ello fue tratado en capítulos de diencéfalo y telencéfalo, debiendo ahora de ser recordado sucintamente.

Los impulsos defensivos van a partir de todo el subtálamo diencefálico y, por lo tanto, del pallidum (Pll) (fig. 324), del núcleo subtalámico (Sb) y de la zona dinamógena de Hess (Dina); núcleos todos de naturaleza reticular con origen común en la matriz diencefálica motora. Impulsos defensivos subtalámicos (mal llamados así porque no suelen tener efectividad defensiva) se manifiestan masivamente, desordenados y violentos. Su eficacia en la defensa se encamina a deshacer el impedimento que se opone al normal desarrollo de los procesos vitales más apremiantes, como es la función respiratoria, así como el evitar la desintegración de nuestro organismo. Fuera de esta circunstancia, tales impulsos habrían de ser de efectos catastróficos. Sin embargo, su potencia puede ser eficientemente canalizada en el striatum del putamen, que sirve de interrelación entre esa potencia masiva del pallidum y los movimientos inteligentes de la corteza motora de las áreas 4, 6 y 8. Por eso, en las striaciones del putamen se van integrando una programación de dichos impulsos que hacen eficiente la potencia del pallidum que entonces pasa a reforzar el impulso inteligente de la corteza proyectado a lo largo de las vías motoras (Escolar, 1969, 1970a, 1970b). Casi todos ellos canalizan sus impulsos por el conocido haz central de la calota (HCC). Los impulsos del pallidum son los más abundantes y se lanzan a facilitar la actividad de los centros extrapiramidales, para lo cual actúan, ante todo, en la substancia negra (SN). Sin embargo, como el pallidum también recibe influencia de lo nociceptivo doloroso, por intermedio del núcleo centrum medianum (CM) y del dorsomedial (DM), que todo lo asocia, resulta que tal impulso del pallidum tiene que adquirir un matiz defensivo. Ello explica que el haz de la calota llegue a núcleos pónticos (Pon) para que despierte en ellos aquellos procesos automáticos determinados que puedan albergar. Estos actos automáticos han de ser rítmicos, como co-

rresponde a todo proceso pontocerebeloso. Resulta en este caso, pues, un impulso rítmico, manual o ambulatorio capaz de producir un rechace o un retroceso frente al agente nocivo, motivando así una barrera de separación. Los impulsos desde el núcleo subtalámico (Sb) van fundamentalmente al núcleo rojo (NR), con lo cual se facilitaría el automatismo del tono estaticopostural en relación con el tono humoral, como se recuerda por el capítulo de vías extrapiramidales. Los impulsos desde la zona dinamógena (Dina) van a la substancia reticular romboencefálica (R Rom), íntimamente ligada a los impulsos respiratorios, sobre todo cuando sus necesidades alcanzan un nivel apremiante, en cuyo caso estos impulsos ofrecen el mayor matiz vitalmente defensivo imaginable.

Los impulsos de actitudes instintivas específicas los hacemos partir del allocortex diagonal (Diag) (fig. 235) en toda su extensión. El haz, bastante largo, llamado haz telencefálico ventral (HTV), recorre una gran parte del neuroeje e influye en los centros neuromusculares de las astas anteriores, así como también en algunos centros extrapiramidales del tronco encefálico, para que así se lleguen a expresar aquellas actitudes instintivas específicas conocidas (*lameteo*, succión, micción-defecación, acción de coito, etc.), demostradas experimentalmente por Hess.

Para que estos impulsos se lancen normalmente desde el allocortex diagonal, por lo tanto sin estímulo experimental del mismo, ha tenido éste que haberlo recibido, como habitualmente ocurre, del allocortex cingular que integra los informes aperitivos y del allocortex amigdalar que integra los gonadales.

Los impulsos de actitud agresiva parten (fig. 325) de la encrucijada reticular striodiagonal (Encr) y descienden primero junto al haz de la calota y, después, a nivel de la médula, junto al haz de actitud instintiva que venimos indicando; así facilitaría a todos los centros neuromusculares y extrapiramidales donde derivan. En especial debemos de señalar su influencia en la substancia negra y, por lo tanto, en la regulación tónica de todos los impulsos extrapiramidales. Debemos de señalar también su derivación hacia núcleos del puente para despertar en éstos movimientos automáticos en relación con la agresividad manual y de avance. Este impulso de agresividad es una segunda fase de aquel defensivo expresado en rechace y retroceso desencadenado desde el pallidum. Puntualícese, pues, a este propósito, que la encrucijada reticular striodiagonal resulta un substrato común de todos estos impulsos.

Los impulsos de acometividad son aquellos que refuerzan a cualquier otro impulso, pero no le dan matiz cualitativo alguno y mucho menos de agresión. Impulsos de acometividad pueden acompañar a los impulsos piramidales voluntarios para reforzarlos. Impulsos de acometividad despiertan también vías no piramidales lanzadas desde la corteza cerebral hacia los núcleos del puente (Pon) como se trata a aquellas vías temporopóntica o del ritmo, lanzada desde el área 38 y la frontopóntica intencional lanzada desde el área 46. Para ello, estas vías que indicamos, derivan al tercio inferior del putamen mientras lo cruzan inferiormente, y entonces, éste integra impulsos que podemos llamar de acometividad, acompañando también al haz de la calota, y derivando igualmente a los núcleos pónticos para reforzar el impulso. El putamen, pues, resulta también un centro de acometividad o refuerzo para los impulsos del ritmo.

El conjunto de los impulsos y vías que indicamos, constituye el *sistema metapiramidal* que se origina en el substrato del instinto. El trastorno de dicho sistema da lugar a manifestaciones clínicas que no llegan a ser parálisis, sino matices de alteración de la capacidad coordinadora del sistema motor, lo que recibe el nombre de *disquinesias*.

Entre las disquinesias distingue la clínica fundamentalmente la corea o imprecisión en la coordinación de actos motores que dificulta el logro de su finalidad. La incoordinación corresponde a la intensidad y a la amplitud del acto. Su trastorno, mu-

chas veces de origen reumático, es una irritación del núcleo subtalámico (Sub) fundamentalmente, lo que repercute en el núcleo rojo (NR), desarmonizándose por ello el tono estático postural y el tono humoral. El trastorno coreico puede ser más extenso, alcanzando entonces la irritación hasta el pallidum.

Otra disquinesia es el llamado espasmo de torsión, expresado en un verdadero espasmo cuando se fuerza algún acto motor, lo cual imposibilita la sucesión del proceso. La mano, por ejemplo, al forzar movimientos de pronación o supinación, rítmica y sucesivamente, queda espástica en uno de ellos. En otro ejemplo, al andar el individuo, queda espástico en un momento forzado de torsión del tronco. En movimientos de expresión del rostro, en fin, el individuo queda espástico en una expresión determinada, estableciendo una mueca sostenida, llamada tic. El espasmo de torsión que indicamos tiene una relación muy grande con aquel espasmo de enderezamiento que se produce previo al sueño, a causa del vaciamiento del potencial del caudatum y striatum en general a todo lo largo del haz central de la calota. En cada uno de estos espasmos de torsión se aprecia una estrecha relación con el desperezamiento general indicado. Por eso, la causa de estos procesos se relaciona con lesiones en la encrucijada reticular striodiagonal.

Otra disquinesia es la atetosis, casi siempre expresada en movimientos rítmicos de la mano durante el reposo del individuo y que, cuando éste está en movimiento, la atetosis manual se puede expresar como corea. Los trastornos se les considera localizados en el tercio inferior del putamen y en el

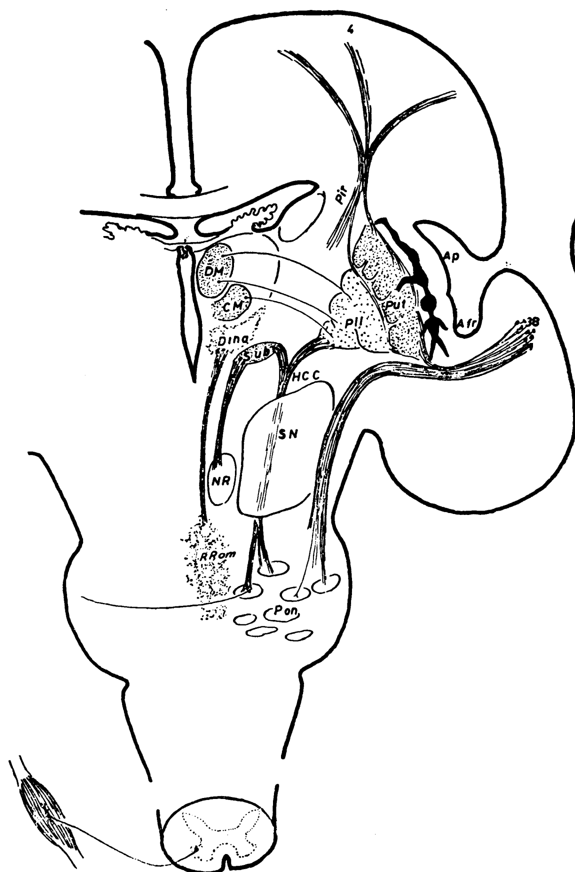


FIG. 325

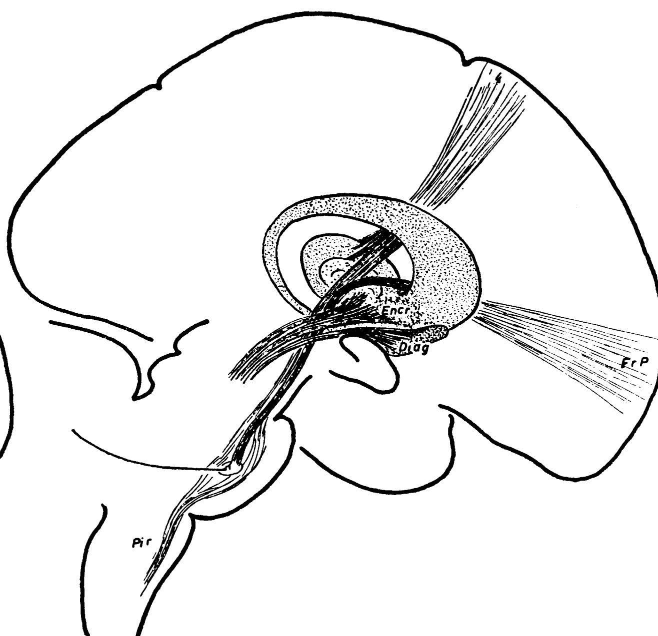


FIG. 324

FIGS. 324 y 325. — Vías metapiramidales = Impulsos instintivos.

área cortical del ritmo, principalmente (área 38).

Por último, nos referiremos a la llamada disquinesia parkinsoniana, expresada en un temblor de arranque y, por lo tanto, al iniciarse o al terminarse un movimiento. Da la impresión como si el individuo encontrase una enorme dificultad en el momento de comienzo o de terminación del acto y que esta dificultad tiene que ser vencida con impulsos voluntarios insistentes, fallidos en principio, que son los que expresan este temblor de arranque. Existe realmente esa dificultad, pues el individuo se encuentra en un estado grande de rigidez, porque el pallidum, y a veces también la substancia negra, se encuentran afectados, interrumpiéndose en consecuencia todos los impulsos de agresividad, de acometividad y de defensa, que son los que en último término dan gran fuerza a los actos voluntarios. Esta rigidez y temblor de arranque suelen estar, pues, íntimamente ligados con el nombre clínico de parkinsonismo [1].

[1] La vascularización striopallidal: ALEXANDER (1942). La organización del caudatum: AKERT (1951). Las vías eferentes del striatum: RANSON (1942). Las estereotaxis en la formatio reticularis: CARRASCOSA (1960) y GUIOT (1958). Los estudios de WALSHE (1924) sobre la naturaleza de la rigidez y del temblor, pueden servir de complemento de estudio de este problema como introducción a la Patología.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Impulsos instintivos = *Vías metapiramidales*. Actitudes instintivas. Actitudes agresivas en relación con los impulsos de acometividad. Impulsos defensivos. Fundamento de las disquinesias.

CAPÍTULO 59

RECOPILACIÓN DE LAS VÍAS MOTORAS Y SU INTRODUCCIÓN A LA PATOLOGÍA

Hemos visto que las vías motoras conducen impulsos de distintos matices, integrados en distintos niveles o tramos: El tramo más elevado integra impulsos voluntarios (piramidales); un segundo tramo, envía impulsos instintivos (metapiramidales); siguen tramos intermedios que envían impulsos automáticos de diversa índole (extràpiramidales). Están por último, los tramos finales que recogen todos los impulsos anteriores indicados, en distintos niveles metaméricos). Aparte merecen recopilarse las vías vegetativas.

1. El *tramo final metamérico* por recoger todos los impulsos superiores y canalizarlos hacia el músculo, constituye la referencia fundamental.

En cada metámero medular puede referirse tal tramo, que lanza impulsos por su nervio raquídeo correspondiente. El asta anterior de cada metámero ofrece sus dientes, de donde parten los impulsos somáticos, mientras que del asta lateral saldrán los impulsos vasomotores que llegan al ganglio ortosimpático y continúan después hasta alcanzar los vasos del mismo músculo. En el centro del asta anterior, la formación reticular integra previamente los impulsos indicados y los facilita. Por su rica vascularización enferma en las infecciones generales llamadas «parálisis infantil» transmitiendo el proceso a los dientes somáticos y vasomotores indicados, lo que da lugar a la parálisis atrófica de algunos grupos musculares. Los dientes del asta degeneran en enfermedades de origen genético, aunque aparecen en estado adulto, llevando a parálisis «atróficas progresivas», que a lo largo de meses se extienden hasta el bulbo raquídeo afectando el núcleo ambiguo.

2. *Tramos intermedios automáticos o extrapiramidales.* Tenemos:

2.1. El tramo reticular a base de los centros respiratorios, que aparte de enviar impulsos de esta índole a los metámeros correspondientes (sobre todo al 4.° cervical) se conecta con todos los niveles y facilita la actividad del asta anterior.

2.2. El tramo cuadrigémino o del aprestamiento, que lanza impulsos a todos los niveles, pero en especial, a núcleos de sinergias oculares.

2.3. El tramo estático-postural a base de: (2.3.1.). Núcleo rojo que lanza impulsos flexurales (2.3.2.). Oliva bulbar, que lanza impulsos de postura en decúbito (2.3.3.). Núcleo de Deiters, que lanza impulsos de enderezamiento (2.3.4.). Cerebelo que integra impulsos de equilibrio de muchos matices, tanto en la estática como en la marcha y en consecuencia también, las posturas que les corresponden. (2.3.5.) Los núcleos del puen-

te en fin, que han integrado programas estático-posturales automáticamente para ordenar al cerebelo su realización.

2.4. La substancia negra que armoniza el funcionamiento conjunto y útil de todos los impulsos extrapiramidales indicados hasta ahora y los supedita a la iniciativa de centros superiores.

Cualquier lesión en este *tramo intermedio* (casi siempre traumática) acaba afectando indirectamente la formación reticular respiratoria terminando entonces su período clínico. Sólo la lesión a nivel de los pedúnculos cerebrales (comprimidos contra el tentorio por desplazamiento de masas por tumores endocraneales) producen la «rigidez descerebrada». «Rigidez», porque la substancia negra comprimida, deja de armonizar los centros extrapiramidales y éstos, actúan independientemente con hipertonía, pudiéndose desencadenar reflejos estáticos posturales. Por lo que a «descerebración» se refiere, el individuo está inconsciente y no expresa el menor acto voluntario ni instintivo.

Las lesiones completas en cualquier nivel metamérico conducen a la parálisis flácida de los músculos cuyos centros están afectados directamente en la lesión, y a la parálisis no flácida de todos los músculos que corresponden bajo la lesión. Desde el metámero «4», cervical hacia arriba, hay que añadir la parálisis respiratoria.

3. Tramos elevados de las vías motoras.

3.1. Los tramos más elevados de las vías motoras corresponden a la corteza cerebral y en concreto al área «4», de donde se lanzan impulsos ordenados topográficamente con arreglo a un homúnculo, así: Se trata de una mitad de homúnculo con la cabeza descendente ofreciendo muy desarrolladas las áreas especializadas (en la cabeza, lo facial inferior del lenguaje; en las extremidades superiores, las manos; en las inferiores, los pies). Lo menos desarrollado corresponde al tronco y cuello. Es de advertir que este hemi-homúnculo corresponde al lado opuesto y ofrece un discreto desarrollo inicial de los miembros del mismo lado (salvo lo especializado de manos y pies). Ante el área 4 de este homúnculo se encuentra el área 6 que le envía impulsos de actos de la marcha o de manipulación, así como también, el área «43», «44» y «45» que le envía impulsos motores del lenguaje. Naturalmente, todo ello, está supeditado al área «46» que es la última en madurar y la que ofrece la actividad cerebral permanente con todos sus matices vivenciales, voluntarios, conscientes, inteligentes, etc.

La vía piramidal lanzada del área «4» por la cápsula interna y pie peduncular, llega al bulbo ofreciendo cruzamiento total al lado opuesto, de los impulsos especializados que descienden muy laterales, pasando, cuando se cruzan, a la vía piramidal lateral de la médula. Estos impulsos especializados no se recuperarán nunca en las lesiones de la vía piramidal a nivel de la cápsula interna.

La vía piramidal deriva también impulsos al pallidum mediante el striatum, al que alcanza por la cápsula externa.

En la corteza cerebral tenemos el área 38, del ritmo, que lanza impulsos de esta naturaleza a los núcleos del puente, bien directamente o bien, por intermedio del núcleo lenticular.

3.2. En segundo término se encuentran tramos correspondientes a:

3.2.1. Núcleo lenticular, que mediante el haz de la calota, se conexiona fundamentalmente con la substancia negra y núcleos del puente.

3.2.2. Cinta diagonal, que envía impulsos de postura instintiva (evacuatorios; la mitad superior de micción y defecación; la mitad inferior de coito), acompañando a la vía piramidal en su trayecto descendente.

Los tramos piramidales pueden afectarse. Entonces se produce la hemiplejía-heterolateral, no recuperable en los movimientos especializados: Si es por hemorragia de la cápsula interna, la hemiplejía es un tanto espástica, por dejar independiente la actuación del núcleo lenticular. Si es por embolia de la silvina, la hemiplejía va acompañada del déficit mental que corresponde

a la enorme extensión de corteza cerebral que ha quedado sin riego. Si es por descerebración (tentorio), la hemiplejía se va manifestando lentamente al cabo de meses.

Los tramos metapiramidales y en concreto el núcleo lenticular, puede afectarse: Degenerando, por trastornos del metabolismo de las catecolaminas y entonces queda independiente la substancia negra que al actuar sin control, imprime el tono «parkinsoniano», que obstaculiza cualquier impulso piramidal voluntario. Excitándose, en el caso concreto de la «corea», que irrita pasajeramente el pallidum; en el caso concreto de la «atetosis», por excitación permanente del striatum; en el caso del «hemibalismo» por excitación del área del ritmo; en fin, en el caso de «dismetrías» que son impulsos desordenados sin medida, que parten ya trastornados, desde el mismo área 4, pues ésta, recibe falsos impulsos posturales desde un núcleo ventral del tálamo (de sensibilidad muscular) básicamente alterado. La destrucción por estereotaxis clínica de este núcleo ventral ha permitido alcanzar éxitos temporales en esta enfermedad.

VÍAS NERVIOSAS VEGETATIVAS

Regulan funciones vitales (respiratorias y circulatorias) y guardan estrecha relación con acciones endocrinas cuyo estudio detenido se escapa del substrato anatómico.

Todo se desarrolla en los siguientes tramos (fig. 324 bis):

1. Un *tramo metamérico* que ejerce una acción directa ortosimpática en el riego de las vísceras y se relaciona con acciones parasimpáticas que éstas puedan recibir.

La *a c c i ó n o r t o s i m p á t i c a* (Or) se integra en una columna gris del asta lateral junto al epéndimo a lo largo de la médula dorsal sin llegar a los abultamientos medulares. Su parte más inferior envía impulsos a través de los esplágnicos (Esp.) hasta el plexo solar y de aquí a los vasos mesentéricos para tonificarlos (su parálisis lleva al estancamiento de sangre mesentérica y en consecuencia al colapso circulatorio general por falta de sangre o lo que es lo mismo al shock). La parte media de la columna envía impulsos por intermedio de la cadena ortosimpática a los vasos interalveolares del pulmón (pul) contrayéndolos, y aumentando en consecuencia la capacidad respiratoria.

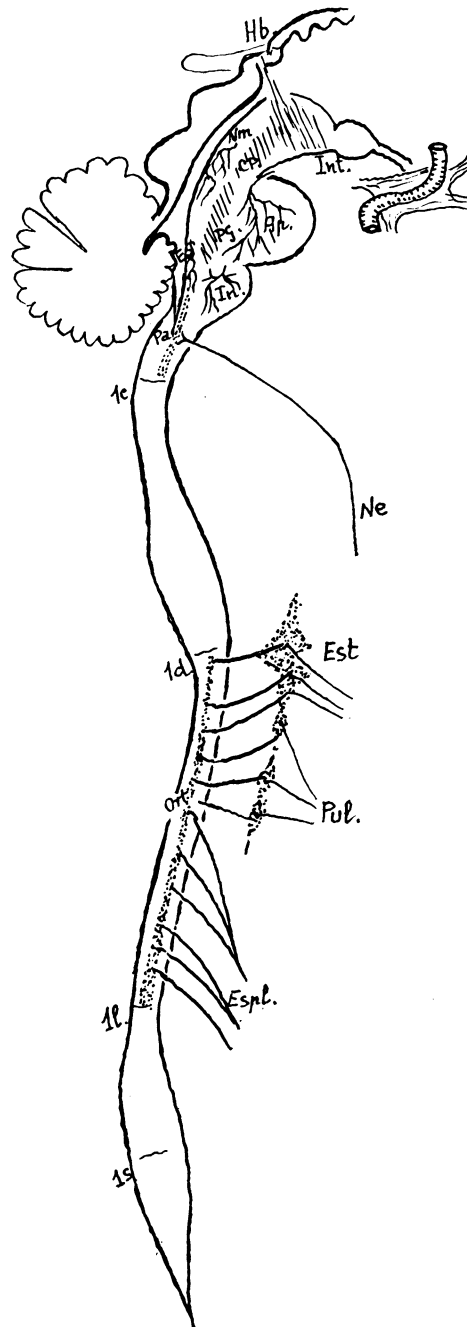


FIG. 324 bis.

La parte más alta de la columna envía impulsos por intermedio del ganglio estrellado (est) al miocardio aumentando el tono cardíaco y vascular, disponiendo la taquicardia.

La acción *parasimpática* (par) corresponde al centro cardioneumoenterorenal del bulbo raquídeo, que envía impulsos vagales al corazón que conducen a la bradicardia, y estimulan al intestino favoreciendo el drenaje hematopoyético de la submucosa.

Estos centros, orto y parasimpáticos, actúan reflejamente mediante los estímulos presoceptivos que proceden de los espolones arteriales mesentéricos que informan sobre la presión arterial allí sostenida. El espolón intercarotídeo informa más bien sobre la presión sistólica.

2. Un *tramo reticular* mesencefálico intersticial (entre los centros respiratorios apnéustico y neumotáxico), a base de centros circulatorios específicos. Éstos son: El vasopresor de la red interalveolar del pulmón (cp), (el vasopresor de la red arterial del aparato de excito-conducción cardíaca, está en estudio). Ambos son informados del nivel carbónico de la sangre que riega estos mismos centros, así como también del nivel carbónico alveolar e interalveolar del pulmón conducido por vía vagal.

Más arriba aún está un nuevo centro, el regulador del riego arterial de la base del cerebro; centro informado por los termoceptores epitalámicos, y por los preso y baroceptores del seno cavernoso. Este centro está tendido a lo largo del fascículo habénulo (Hb) interpeduncular (Int).

3). Un tramo *endocrino* a base de:

3.1. Vasopresina; neurosecreción acumulada en las emociones.

3.2. Serotonina substancia acumulada en el epitálamo.

3.3. Catecolaminas, acumuladas en la formación reticular, substancia negra y striatum, que acaban transformándose en noradrenalina y la adrenalina bruta sucesivamente. Estos tres equipos hormonales, vertidos en la sangre, ejercen su acción tónica precisa sobre la vascularización.

A este propósito la médula de la glándula adrenal, produce noradrenalina y adrenalina por estímulo ortosimpático, en concreto, del plexo solar. En cambio la corteza adrenal segrega normalmente mineralcorticoides y en concreto la aldosterona que retiene el sodio, produciendo encharcamiento venoso y por lo tanto hipertensión. Esta aldosterona es desencadenada por el mecanismo «renina-angiotesina» (que altera el metabolismo de la íntima arterial), cuyo origen está en el aparato yuxta-glomerular; así se explica que enfermedades renales conduzcan a hipertensión y arteriosclerosis. Esta arteriosclerosis generalizada, entre otras cosas, bloquea los presoceptores y por lo tanto, el tramo nervioso que regula las funciones vitales aquí estudiadas.

CAPÍTULO 60

SUBSTRATO DE LA SENSIBILIDAD GENERAL: VÍA TÁCTIL. VÍA ACÚSTICA. VÍA GUSTATIVA

El estado de nuestra sensibilidad, o sea, la manera de recibir el informe de lo que rodea nuestro cuerpo, permite al médico conocer la integridad del camino de la corriente desde los sentidos hasta nuestros centros nerviosos más elevados. El saber cómo percibe el enfermo, sólo puede ser conocido a través de su propia narración y, por lo tanto, con un matiz muy subjetivo. Por eso, la sensibilidad es una referencia menos precisa que el movimiento.

Entre todas las sensibilidades, la más ponderable puede ser la TÁCTIL, desde el momento en que tiene una distribución amplia y precisa por todo el organismo. Por ello, la sensibilidad táctil también se llama sensibilidad general.

El tacto se recoge en cualquier punto de la superficie libre de nuestro cuerpo y en planos escalonados de profundidad, siendo esto último lo que le da el matiz discriminativo de la presión y del desplazamiento. Distinguimos el tacto de superficie o grosero captado en redes de la epidermis (Gr) (figura 326), distribuidas difusamente. Está el tacto graduable en profundidad que discrimina presión, temperatura y desplazamiento, a base de corpúsculos dérmicos papilares (Meissner) (M); dérmicos libres (Krause) (K); hipodérmicos (Paccini) (P); así como redes libres, aponeuróticas y tendinosas (Ruffini) (R). Cada una de estas terminaciones nerviosas recoge, pues, con precisión específica, las cualidades táctiles indicadas que corresponden.

El tacto de superficie, después de pasar por el ganglio raquídeo (GR), llega al núcleo en cabeza (NC) de las astas posteriores, desde donde se lanza siempre canalizado en sentido ascendente, cruzando la línea media, la mayor parte de sus fibras, constituyendo un haz anterior heterólogo (HA Het) y quedando sin cruzar algunas fibras constituyendo el haz anterior homólogo (HA Hom). Al comenzar su trayecto ascendente han pasado rozando el epéndimo (Ep), de tal forma que enfermedades del epéndimo (siringomielia) pueden, por contigüidad, alterar las fibras del tacto grosero y producir anestesias superficiales de las zonas metaméricas, donde la siringomegalia se produce. Alteraciones de la sensibilidad superficial, también en forma de anestesia, se dan en la lepra que ataca la misma vía, pero a nivel de las redes epidérmicas táctiles.

El tacto discriminativo, una vez producido y canalizado, pasa al ganglio raquídeo y se introduce en la médula espinal formando en seguida un arco reflejo al enviar una conexión al asta anterior. Se trata del reflejo tendinoso, que mediante golpeteo de tendones y aponeurosis donde están las fibras de desplazamiento tendinoso (R), se obtiene una sacudida muscular (Mus), casi

siempre extensora; de ello es tipo el reflejo rotuliano. Sin embargo, las vías de sensibilidad profunda que estamos indicando, derivan fundamentalmente hacia arriba constituyendo el llamado haz del cordón posterior, que asciende (CP) y termina en los núcleos del cordón posterior del rombo-encéfalo ya conocidos. Notemos, pues, que el trayecto de la neurona ganglionar de sensibilidad profunda es extraordinariamente larga, por lo que el soma neuronal de dicho ganglio (GR) es muy voluminoso y predispuesto a enfermar fácilmente ante los venenos sifilíticos del último período de esta enfermedad, llamado tabes. El tabético acusará, pues, una pérdida de la sensibilidad profunda, pero no de la sensibilidad superficial y, además, una abolición de los reflejos tendinosos.

Notemos que las vías ascendentes de sensibilidad general a lo largo de la médula, corresponden al haz del cordón posterior (CP), que lleva la sensibilidad profunda, yendo por el mismo lado, y al haz anterior, que lleva sensibilidad superficial, disponiéndose en su mayor parte por el lado opuesto, yendo una pequeña parte por el mismo lado. Por esto, la sección de una mitad de la médula acarreará la pérdida total de la sensibilidad profunda del mismo lado y la pérdida casi total de la sensibilidad superficial del lado opuesto, referido todo a un amplio territorio del cuerpo, debajo del nivel metamérico de la lesión producida.

FIG. 326

FIG. 327

FIGS. 326 y 327. — Substrato de la sensibilidad general. (Vía táctil, acústica y gustativa.)

El trayecto troncoencefálico de la sensibilidad se hace cada vez más heterolateral, pues las fibras de sensibilidad profunda, después de recambiarse en los núcleos del cordón posterior, pasaron al lado opuesto por fin, a nivel de la llamada zona de decusación sensitiva bulbar (Dec S). Cierto que quedan algunas fibras homolaterales de sensibilidad superficial, pero ello tiene poco significado. Por lo tanto, la sensibilidad en bloque asciende, casi toda, heterolateralmente por la clásicamente conocida cinta de Reil (Reil). En este trayecto se desprenden algunas fibras de sensibilidad grosera a la oliva bulbar (Ol B) y a los tubérculos cuadrigéminos (Tuc) para proporcionar a estos centros automáticos, informes necesarios para integrar reflejos decubitoposturales y de aprestamiento postural, respectivamente, conociendo en este último el reflejo de aprestamiento plantar, reflejo de flexión plantar y sustituto normal en el adulto del reflejo metamérico de Babinski, que extiende la planta del pie del recién nacido. En la lepra y en la siringomielia debe de faltar, pues, dicho reflejo flexor de aprestamiento plantar.

La sensibilidad general, ya en el diencéfalo, establece estación en los núcleos ventralposterior (VP) y centromediano (CM) del tálamo, para lanzarse desde allí, por medio de una radiación táctil de la cápsula interna, al área 3 de Brodmann (fig. 327). Notemos que la sensibilidad táctil, llegada al núcleo ventral posterior del tálamo, puede asociarse simultáneamente a sensibilidades visuales y acústicas en los núcleos dorsales del tálamo (DL), desde donde nuevas radiaciones proyectan la sensibilidad hacia el área 5 y 7 de Brodmann. Como en las áreas 5 y 7 ha confluido también la sensibilidad del área 3, se comprende que en aquellas áreas se integren imágenes táctiles cada vez más complejas, y sobre todo en la 7, donde la sensibilidad táctil se imbrica con la de imágenes visuales correspondientes a la 19, para constituir las imágenes posicionalespaciales.

Este informe posicionalespacial es necesario que llegue al área 6 y al área 4 (flecha, figura 327), para el buen funcionamiento motor piramidal. El fallo de este informe posicionalespacial por deficiencia táctil profunda, como ocurre al tabético, determinan al individuo a intentar suplirlo con la imagen visual simple. Por eso, el tabético se mueve ayudado solamente por la observación visual; a pesar de ello, le resulta un tanto difícil. Si al tabético se le hace cerrar los ojos, entonces la dificultad aumenta hasta el punto de no poder realizar los movimientos eficazmente, cayendo en una falta de regulación y dismetría (ataxia) que va a recordar algo a la que padecía el individuo con trastornos cerebelosos mencionados en los últimos capítulos.

La sensibilidad, en clínica, se explora en toda su amplitud posible, topográficamente, en un orden metamérico. Se precisa, por el contacto de una pluma, la presión con estilete y el tubo de ensayo con agua fría y caliente. La comparación entre el lado derecho y el lado izquierdo, comprobada simétricamente, arrojará datos cada vez más fidedignos, que compensarán el error subjetivo de las descripciones del paciente. La observación de movimientos, tanto la marcha como la manipulación, orientan sobre el estado de la sensibilidad profunda. Igualmente, algunos reflejos, como los tendinosos y los posturales de decúbito y aprestamiento indicados, pueden orientar sobre el estado de la sensibilidad profunda y superficial.

La sensibilidad acústica (ac) y la gustativa (gus) deben ser recordadas (cap. 1) y, además, en cuanto a su trayecto anexo a la cinta de Reil. Las vías de estas sensibilidades ofrecen un significado clínico de menor aplicación que la vía táctil, a la que se unen en su trayecto ascendente[1].

---

[1] Sobre el origen de las vías de sensibilidad general en sus primeros tramos a partir de los receptores: ADRIÁN (1929), GRANT (1955), SHEEHAN (1932), etc. Sobre el camino de las vías sensibles a lo largo del neuroeje: SPATZ (1921). Sobre la incorporación de las vías trigeminales: WALLEMBERG (1896).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Substrato de la sensibilidad general. Vía táctil. Vía acústica. Vía auditiva. Vías del tacto superficial. Vías del tacto profundo y presión. Tacto descriminativo. Topografía de las vías de sensibilidad en la médula, en el tronco de encéfalo y en el cortex.

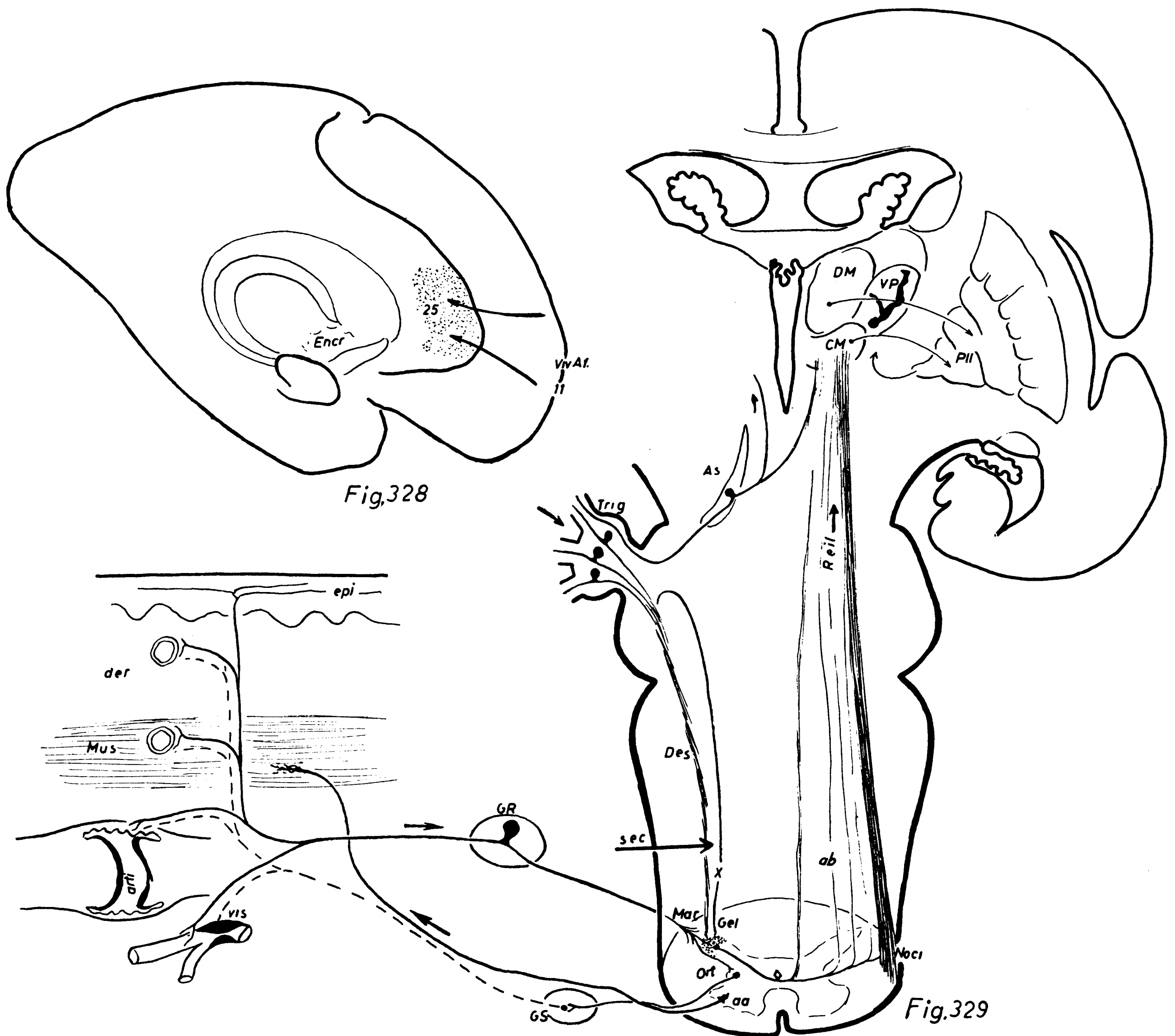
CAPÍTULO 61

SUBSTRATO DE LA SENSIBILIDAD DOLOROSA = VÍAS NOCICEPTIVAS

El dolor es una manifestación de la sensibilidad, que por sí mismo justifica una enfermedad cualquiera. Muchas enfermedades se expresan exclusiva o fundamentalmente por el signo del dolor y esto suele ser, en numerosas ocasiones, el guía básico para llegar a conocer la enfermedad concreta. El dolor está ligado a la destrucción de la organización y, en concreto, a la desintegración de proteínas, lo cual se detecta mediante terminaciones nerviosas nociceptivas, situadas en la zona de la destrucción, muchas veces alrededor de los vasos, ya que la desorganización se liga siempre a un déficit circulatorio, detectable enseguida en déficit del endotelio capilar.

El dolor no puede prácticamente analizarse ponderativamente; sólo se diría si es mucho o poco, pero ello es una apreciación objetiva. La localización en el territorio orgánico que corresponda, y su mayor o menor extensión, serían la única medida disponible, pero todavía más imprecisa que la misma sensibilidad táctil grosera, indicada en el capítulo anterior. Las terminaciones que recogen la destrucción orgánica o terminaciones nociceptivas, se encuentran en el epidermis (epi) (fig. 329), difusamente distribuidas, formando una red mucho más imprecisa que la táctil grosera. Con todo esto, las terminaciones nociceptivas de la epidermis resultan relativamente circunscritas, si se las comparan con las redes pericapilares existentes en el dermis e hipodermis (der) en las musculaturas (Mus), en las articulaciones (arti), en las vísceras, en fin (vis), etc. De todos estos puntos viene la corriente nociceptiva, pasando por el ganglio raquídeo (GR) y difundiéndose hacia el asta posterior, constituyendo aquí la llamada zona marginal (Mar), integrada por infinidad de ramas axónicas, todas ellas amielínicas, ya que el proceso nociceptivo debe de darse de una manera fugaz habitualmente, pues en caso contrario, al persistir, se mielinizarían las vías y se facilitaría una canalización que daría cronicidad al dolor e hipersensibilidad al individuo. Desde la zona marginal pasarán muchas ramas para formar un reflejo en el asta anterior (AA), que se expresaría en contractura muscular de la zona dolorosa, y otro reflejo que va al sistema ortosimpático del asta lateral (Ort), y de aquí al ganglio simpático (GS) para producir una vasoconstricción periférica extendida por toda la zona metamérica, así como por los metámeros superiores e inferiores adyacentes al proceso nociceptivo. Esto (ya conocido en otros capítulos), resulta en general un proceso de eficaz defensa, pues tanto la contractura muscular somítica como la vasoconstricción deben de contribuir, si no al restablecimiento de la circulación, por lo

menos a la hemostasia, si ésta fuera necesaria. En cambio, en el caso de una víscera, como el corazón, donde es tan necesario el riego de las paredes ventriculares para subvenir a su incansable y continua contracción, ocurre que, por enfermedad de arterias coronarias, por ejemplo, donde sus paredes enferman y se engruesan (Vis), la estrecha luz circulatoria coronaria acusaría un déficit de riego cardíaco. Ello despertaría, pues, corriente nociceptiva a la médula espinal y enseguida el reflejo de vasoconstricción difundido por toda la zona metamérica. Este reflejo contraería los vasos coronarios enfermos y así acabaría por obliterar totalmente la luz circulatoria, ya insuficiente, con lo cual el proceso nociceptivo se haría aún mayor y más intensamente extendido por toda la zona metamérica. Esto explica en clínica el cuadro llamado angina de pecho o trombosis coronaria, donde se irradia el proceso nociceptivo doloroso a zonas metaméricas de superficie y queda la vasoconstricción en una situación irreversible, conduciendo a la muerte habitualmente. Esto que indicamos a propósito del corazón, puede referirse a una víscera cualquiera, pero con menos conse-



FIGS. 328 y 329. — Vías nociceptivas = Substratos de la sensibilidad dolorosa.

cuencias funestas. Tal es el caso del dolor cólico clásico. Puede igualmente referirse a un proceso articular, manifestándose el proceso doloroso suave y continuo del reumatismo, por ejemplo. El dolor puede ser achacable, por último, a la irritación directa en un ganglio raquídeo. Este caso contrasta por la intensidad dolorosa producida.

Para que el proceso nociceptivo se haga doloroso, es necesario que las fibras nociceptivas envíen ramas desde la zona marginal donde se encuentran, al núcleo gelatinoso (Gel) en casquete de las astas posteriores. Desde aquí se constituye una vía nociceptiva heterolateral (Noci) y algunas otras vías aberrantes (ab) yuxtaependimarias. Así, la primera vía conduce lo nociceptivo de superficie y la segunda lo nociceptivo de profundidad. Cierto que cuando el proceso nociceptivo se irradia por reflejo metamérico, entonces son ambas vías las que conducirán la corriente hacia arriba; de aquí que la tractotomía quirúrgica (trac), aunque bien realizada técnicamente, no arroje resultados favorables, pues siempre quedarían vías nociceptivas profundas sin seccionar.

En cuanto al dolor recogido por el trigémino (Trig), es conducido por su raíz descendente (Des) a la parte más baja del núcleo descendente del trigémino (X), zona que se confunde con el núcleo gelatinoso en casquete del primer metámero cervical. Las tractotomías trigeminales que, en manos del experto (flecha sec), seccionan debidamente el tracto descendente del trigémino, podrían tener su indicación. El llamado núcleo ascendente del trigémino (as) también ofrece vías nociceptivas ascendentes.

A propósito de las vías nociceptivas, las enfermedades como la lepra y la siringomielia manifiestan anestesia al dolor por el mismo motivo que se indicaba en el capítulo anterior a propósito de la sensibilidad grosera.

Las vías nociceptivas, en su trayecto ascendente troncoencefálico, integran la cinta de Reil y llegan al tálamo, terminando hacia el núcleo centromediano (CM), cuya organización para recibir la sensibilidad, es imprecisa topográficamente, por no tener tamaño suficiente. No obstante, puede considerarse allí un homúnculo paralelo al de aquel núcleo ventral posterior (VP), que recibe la sensibilidad discriminativa. Ya sabemos que el núcleo centromediano integra sensibilidad vital, donde los potenciales recibidos se entretienen y difunden derivando por varios caminos. Uno, al núcleo dorsomedial, y de allí al campo de las vivencias afectivas (fig. 328), proyectado por el haz afectivo. Otro, mediante el circuito afectivo-emocional, va al pallidum (pll) y de allí, de nuevo, al tálamo, irradiándose por la substancia reticular talámica hacia la encrucijada reticular striodiagonal (Encr), generalizándose considerablemente. Este fenómeno de entretenimiento y generalización es lo que se relaciona estrechamente con el fenómeno psíquico doloroso. Su irradiación hacia la corteza frontal para formar vivencias afectivas-dolorosas a partir del área 11 y su paso al área 25 para formar circuitos obsesivos y complejos, ya ha sido tratado en los capítulos correspondientes.

El dolor ofrece, pues, una zona esencial o vital, que es en el diencéfalo donde se recibe y se irradia a partir del núcleo centromediano (CM). En esta zona se actuó desgraciadamente por estereotaxis terapéuticas cuando se iniciaban estos procedimientos; sus fatales resultados son de comprender, dado el carácter vital que lo nociceptivo adquiere aquí inseparablemente. Fuera de esta zona, el dolor debe de combatirse, pues ya no se trata de actuar en zonas vitales, sino de atacar las causas del dolor en los orígenes de las vías nociceptivas, lo que explica las gangliotemias de trigémino, necesarias en algunos casos. Se puede también combatir las consecuencias del dolor y, por lo tanto, los complejos. A este propósito, llevando las cosas al extremo, habrá que tener presente que en algunos casos esté indicada la leucotomía en el área 25,

siguiendo los fundamentos de Egas Moniz, su primer realizador [1].

---

[1] La sensibilidad dolorosa que se inicia en las terminaciones nociceptivas y en su camino por el neuroeje ascendente, estudia CLARK (1935) la velocidad de la corriente que es incomparablemente menos veloz que la de otro tipo de sensibilidad o de impulso motriz. Todo ello en relación con la falta de mielinización de los axones que llevan la corriente nociceptiva. La mielinización canalizaría la corriente y daría crónico al proceso doloroso, convirtiendo entonces al dolor, que es un informe simplemente, en una enfermedad propiamente dicha.

La importancia del núcleo centromediano como receptor de las vías nociceptivas ascendentes del neuroeje: PAPEZ (1947), ESCOLAR (1949).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Substrato de la sensibilidad dolorosa. Vías sensitivas. Terminaciones nociceptivas pericapilares. Reflejos nociceptivos metaméricos. Topografía de las vías sensitivas en la médula, tronco de encéfalo y diencéfalo. Substrato del dolor y de las vivencias.

CAPÍTULO 62

SUBSTRATO DE LA SENSIBILIDAD VISUAL = VÍAS ÓPTICAS

El campo visual captado en la retina, establece corrientes sensibles que han de llegar al cerebro siguiendo las vías ópticas. El campo visual resulta prácticamente de forma ovalada, ensanchada transversalmente (fig. 330), y en él se distingue una parte central, reducida, donde la visión se realiza con gran detalle, tanto de formas como de colores y de luminosidad; todo debido a la riqueza en conos de la mácula de la retina, que es quien la recibe. Esto es lo que se llama visión central. Alrededor de la visión central está el resto del campo visual, amplio, donde la forma y el color de los objetos se difuminan, tanto más cuanto más alejados están de la visión central y, por lo tanto, más cerca del margen. Esto es lo que se llama visión periférica.

Un objeto del campo visual (flecha, X) es captado en cada una de las retinas, por lo tanto en la derecha y en la izquierda (RD y RI), como una imagen real e invertida (XD y XI, flechas). En cada retina se forma independientemente una imagen del campo visual, análoga en ambos ojos. De cada punto de la retina salen fibras que van a constituir los nervios ópticos. Las fibras que recogen los rasgos análogos en ambos ojos, se aparean antes de llegar a los centros nerviosos, cosa necesaria para obtener la superposición de imágenes análogas. Esto obliga a que parte de estas fibras deban de cruzarse para reunirse en su camino con las análogas del otro ojo. El apareamiento de fibras va a llevar a la superposición de imágenes tanto en la visión central como en la periférica. Sin embargo, hay que distinguir muy marginalmente a cada lado del campo visual una zona semilunar que no puede superponerse por ser recogida en un solo ojo. Es el llamado campo residual.

Lanzada la corriente desde la retina, ha de pasar por el nervio óptico (N Op), el quiasma (Q), que es el sitio por donde pasan las fibras que *deben de cruzarse*, y la cintilla óptica (C Op), por donde van las fibras análogas ya apareadas, hasta terminar en el núcleo geniculado lateral (GL). Aquí las fibras ópticas se recambian en nuevas *neuronas*, siendo muy abundantes aquellas que corresponden a la visión central y escasas las que corresponden a la visión periférica. Los axones de las nuevas neuronas del núcleo geniculado lateral son lanzadas por la *corona radiante* de la cápsula interna (CR), alcanzando la corteza occipital junto a la cisura calcarina (Cal), donde la imagen puede topografiarse, continuando siempre invertida, con un gran desarrollo en la parte que corresponde a la visión central (flecha del polo occipital, fig. 1).

La captación del campo visual por cada ojo es prácticamente la misma, pues ambos ojos están poco distanciados entre sí. Sin embargo, la dirección de los dos ojos al mirar debe de converger en un punto de-

FIG. 330. — Vías ópticas.

terminado, lo que obliga a que este punto ofrezca dos matices diferentes que obliga dos focos diferentes de visión. La superposición de cada una de las dos imágenes, destaca las diferencias existentes, siendo esto lo que proporciona la visión de profundidad o visión estereoscópica que da el relieve de los objetos y, por lo tanto, la tercera dimensión.

En clínica, las alteraciones del campo visual orientan sobre el sitio de la lesión que pudieran sufrir las vías ópticas así: lesiones en la retina de uno de los dos ojos no alteran esa visión prácticamente, pero si cerramos el ojo sano pueden denunciarse entonces puntos ciegos en el campo visual, llamados escotomas, correspondientes con las lesiones de la retina. La lesión del nervio óptico de un solo ojo (N Op) tampoco acarrea grandes trastornos en el campo visual, pues el objeto desarrollado en superficie (flecha) se puede recoger por el ojo sano. Sin embargo, habrá trastorno en cuanto a la visión de relieve, si bien este trastorno puede ser compensado por una maniobra de desplazamiento del ojo sano que capte al objeto en distintas posiciones. Si tales enfermos cierran su ojo sano, naturalmente el campo visual acusa claramente su trastorno.

La lesión del quiasma (Q) destruye las fibras que se cruzan y, por lo tanto, deja de funcionar la mitad interna de la retina en ambos ojos, pero el campo visual se puede reconstruir porque funciona la mitad externa de la retina de los mismos ojos. Por eso, el campo se ve sin ostensible alteración, pero si el enfermo cierra alternativamente los ojos pierde la visión de cada mitad del campo.

La lesión en la cintilla óptica (C Op) provoca la pérdida de los campos análogos, aun manteniendo abiertos los dos ojos. Si la lesión es total en la cintilla derecha, por ejemplo (figura 330), se deja de ver la mitad del campo visual izquierdo, tanto si empleamos los dos ojos o alternativamente cada uno. Si la lesión de la cintilla óptica es parcial, el efecto visual debe de denunciar y precisar el sitio concreto donde asienta; así: si la lesión comienza por fuera de la cintilla (Z), empieza a perderse visión desde la periferia hacia el centro; si la lesión se inicia por dentro de la cintilla (Y), la pérdida visual se acusa en la visión central más que en la periferia. El trastorno visual por lesión del núcleo geniculado tiene los mismos fundamentos que el de la cintilla óptica. Esta analogía puede referirse también a la lesión en las fibras de la corona radiante (CR) o de la corteza calcarina (Cal), pues todo esto constituye un trayecto por donde la imagen camina proyectada ortogonalmente.

El trastorno visual por lesión en la corteza calcarina ya hemos dicho que resulta la misma que por lesión de la cintilla óptica. Si la lesión abarca ampliamente los dos polos occipitales, entonces el individuo debe padecer una ceguera completa. En estos casos se alteran algunos reflejos, pero se conservan otros, conserva el reflejo de contracción pupilar a la luz, pues algunas fibras, llamadas del reflejo pupilar (RP), escapan de la cintilla óptica hacia el núcleo parasimpático ciliar (C) del tronco encefálico, núcleo que lanza su impulso a través del ganglio ciliar (GC) de la órbita para llegar después a la región ciliar y al iris (Ir), que se contrae ante un estímulo luminoso, aunque la lesión de los polos occipitales haya podido conducir a la ceguera total. Este reflejo pupilar a la luz está interrumpido en algunos procesos meningíticos que asientan en la gran hendidura cerebral de la base (meningitis tuberculosa del niño, por ejemplo), paralizándose así fácilmente las fibras (RP) que de la cintilla van al núcleo ciliar, presentando el enfermo, pues, una rigidez pupilar ante el estímulo.

En la cisura calcarina (Cal), sabemos que su parte polar, que es la más amplia del área, recibe la visión central, mientras que la parte esplenial de la cisura calcarina, que es la próxima al rodete calloso, recibe la visión periférica. La función de cada una de estas dos zonas de la cisura calcarina resultan muy diferentes. En primer lugar, la zona calcarina polar adquiere toda la capacidad de agudeza visual para visión

central, mientras que la parte calcarina esplenial recibe sólo el campo visual periférico sin detalles. En segundo lugar, la corteza calcarina esplenial o de visión periférica posee abundantes neuronas piramidales capaces de lanzar impulsos a los tubérculos cuadrigéminos superiores (Tec) y así reforzar reflejos visuales de aprestamiento. Por eso, cuando algún objeto en la visión periférica resalta por su movilidad o por su gran luminosidad, se proyecta en la zona esplenial de la retina, lo que determina una corriente de impulso motor a los tubérculos cuadrigéminos para realizar el reflejo de alerta y, más concretamente, hacia los centros de las sinergias oculares del tegmento (Teg), para producir los reflejos de acomodación que rigen la adaptación del iris y del poder dióptrico del globo ocular a la nueva visión central adquirida.

Aparte de este reflejo de acomodación a una nueva visión central, hay otro que parte de la corteza cerebelosa y cuya finalidad es mantener constantemente en su posición el campo visual durante la marcha. Para ello, salen fibras de los tubérculos cuadrigéminos hasta el lóbulo sencillo (Lob Senc) de la corteza cerebelosa, cruzándose en su camino. Esto resulta como un segundo cruzamiento, lo que hace que el campo visual acabe descruzado y, por lo tanto, representado en esta corteza en la misma posición que en la realidad del campo (flecha, Lob Senc). De esta zona de corteza cerebelosa salen impulsos para el núcleo dentoemboliforme, precisamente en una zona encargada de regir a los núcleos de las sinergias laterales oculares para que compensen debidamente los movimientos de desviación del cuello durante la marcha y así conseguir mantener fijo el campo visual [1].

---

[1] Sobre las vías wallerianas provocadas desde la cisura calcarina: GUIJARRO (1957). Sobre las fibras de la cintilla óptica que van directas al segmento sin pasar por el cuerpo geniculado lateral y provocan reflejo pupilar a la luz: MAGOUN (1945).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Substrato de sensibilidad visual. Vías ópticas. Visión central. Visión periférica o campo visual. Visión residual. Organización de la sensibilidad a lo largo del tracto óptico. Nervio óptico. Quiasma óptico. Cintilla óptica. Cuerpo geniculado lateral. Reflejos ópticos corticales. Reflejos ópticos a la luz. Reflejos ópticos a la acomodación. Topografía calcarina de la retina. Vías calcarinas tectales. Campos análogos. Campos homólogos.

CAPÍTULO 63

INSTINTO Y CONOCIMIENTO CONSIDERADOS EN UN SUBSTRATO NERVIOSO

Como altas funciones, el *instinto* y el *conocimiento* son considerados hace tiempo desde muchos puntos de vista y en muy diversos campos. Dentro del campo anatómico o fisiológico no cabría en principio, presentir, que tales problemas lleguen a plantearse, pues se aprecia demasiada distancia entre un fenómeno subjetivo y el objetivo paralelo. Ello dificulta intentar un acercamiento.

Costó trabajo el hacerse aquí a estos conceptos hasta que objetivamente fue demostrado que las variaciones humorales de nuestro plasma sanguíneo determinan corriente nerviosa, básica para procesos tan fundamentales; así, el estado carbónico elevado, por agobio respiratorio de cualquier momento y, por lo tanto, desde el mismo instante en que uno nace, antes de empezar a respirar, es capaz de producir elevado potencial bioeléctrico, que conducido hacia las zonas más altas de corteza cerebral da el matiz de angustia o ansia respiratoria (capítulos 38, 39 y 40). La glucemia oscilante, en contraste con una línea cero de aminoácidos, propia del estado en ayunas, captada y canalizada como potencial bioeléctrico por los mismos caminos nerviosos indicados determina, en llegado a la corteza cerebral, matices aperitivos hacia el hambre y sed (capítulos 42 y 48). Niveles gonadales basculantes en nuestro plasma dan el matiz sexual correspondiente (capítulos 43 y 48). En fin, circunstancias patológicas que destruyen proteínas de nuestro organismo, desintegrando aminoácidos y liberando restos amínicos tóxicos, producen potenciales nociceptivos que se canalizan en corrientes nerviosas y en estados de alarma que desencadenan choques hormonales en suprarrenal e hipófisis; todo lo cual, conducido en último término hacia la corteza, sirve de corresponsal para integrar el dolor y alarma (capítulos 38, 39 y 49). En estas circunstancias, las imágenes que simultáneamente se van estableciendo en el substrato nervioso a expensas de informes sensoriales (capítulo 47) van adquiriendo a la par, el matiz vital que les corresponde: así toman vida con una vibración proporcionada a la intensidad de las variaciones humorales que aludimos. Entonces ya podemos hablar de vivencias (capítulo 49) y así vivimos todo lo que captan nuestros sentidos, siempre que, a la vez, vibre algo íntimo y vital de nuestros humores. Por eso, las primeras vivencias recibidas son las más vitales, ya que ofrecen amplios matices de ansia respiratoria, hambre, sed, dolor, alarma, etcétera. Y lo mismo da que las imágenes recibidas sean simples sensoriales o que sean combinadas con matices de significado, inteligencia, intelecto..., como es el caso de los procesos imaginales que coinciden en el pliegue curvo de la corteza cerebral. Cualquiera de estas imágenes adquirirá, pues, matiz vital, bastando que puedan llegar a coincidir simultáneamente con informes recibidos de nuestro estado humoral (capítulo 49).

Las vivencias de gran matiz vital son, pues, las integradas por un gran contingente humoral; por ello, estas vivencias son afectivas y abundan en los primeros momentos de nuestra vida, obligándonos a realizar actos que consideramos defensivos y necesarios para conservar el estado amenazado de nuestros humores. Estos actos defensivos de un principio son, a su vez, vividos también y, por lo tanto, vivencias que empiezan a dar experiencia de un resultado (de aquí el nombre de vivencias experimentales), que a lo largo de nuestro crecimiento van adquiriendo matices diversos, como son las vivencias de imitación o de juego, las vivencias educativas, las vivencias profesionales, etc. (cap. 49).

Insistimos en el esfuerzo que cuesta y en la contrariedad que en un principio hay que vencer para acostumbrarse a equipar un fenómeno psicológico como es la formación de una imagen, con el proceso bioeléctrico que lo motiva, a base de inte-

gración de corrientes nerviosas en estructuras de la corteza cerebral, cumpliendo leyes matemáticas de la cibernética. Sólo un lenguaje libre de terminologías puede indudablemente ayudarnos en resumir la labor de neuroanatómicos como MAGOUN (desde 1935); neurofisiólogos como DUSSER DE BARENNE (1938) y KORNMÜLLER (desde 1932); cibernéticos, en fin, como MCCULLOCH (1948) que son los que hace tiempo abrieron este horizonte, que por momentos va adquiriendo ilimitada amplitud. Bástenos, pues, ahora considerar que antes esas estructuras corticales, como CAJAL (1909) las demostró, distingamos zonas por donde la corriente se entretiene y difunde en enrevesados y pequeños circuitos semicerrados. Este entretenimiento da tiempo a que los flujos que allí llegan, en diferentes intervalos, pueden coincidir e integrarse en los mismos circuitos. Por otra parte, como cada corriente de los sentidos llega analizada en informes separados de cada cualidad sensorial, resulta que todos esos informes, reunidos e integrados en los mismos circuitos corticales, son componentes cualitativos de la imagen, ordenados especial y cualitativamente y, además, capaces de sucederse cinemáticamente con los de otras imágenes que, a su vez, se resumen en un concepto de significado dinámico (cap. 49).

El mecanismo bioeléctrico, equiparable con el hecho de vivir una imagen constituyendo la vivencia, no ofrece mayor complicación, ya que los componentes bioeléctricos de la imagen se integran también junto con las corrientes bioeléctricas informadoras del estado humoral.

En estas circunstancias, las imágenes y sus vivencias, equiparadas en procesos bioeléctricos cuyo substrato es la corteza, van organizando su potencial para proyectar a distancia corrientes eferentes determinantes de actos motores cada vez más complejos. Esto es; el proceso psicológico expresado en corriente nerviosa, desde el mismo instante en que parte del sentido como informe, pasando después a la obtención de imágenes y vivencias, y por último, a la respuesta motora, resulta aún casi un reflejo y, por lo tanto, sometido a un determinismo irreversible. Tal es el caso del substrato de la psicología animal. En el caso del hombre hemos de considerar un enorme substrato con posibilidades indefinidas para la formación de imágenes y, por lo tanto, de vivencias, lo que capacita circunstancias y combinaciones de horizontes ilimitados. Por eso, la sucesión inconmensurable de vivencias, encadenadas en orden cronológico y acumuladas en nuestra experiencia cada vez más abundante, establece una nueva organización que pretende ordenarlas hacia una finalidad libre y razonable. En un principio, esa razón podría ser estética, estableciendo una ordenación entre lo bello y lo feo; más tarde puede ser ética, estableciendo una ordenación entre lo bueno y lo malo. Pero lo bueno va ofreciendo cada vez más complejos raciocinios, pues lo que es bueno bajo un aspecto es malo para otro; así se establece un criterio de puntos de vista donde se da jerarquía a lo más trascendental, buscando siempre el bien inmutable. Por último consideremos que el hecho de que la trascendencia de lo bueno llegue más allá del límite de lo natural (donde al fin se encuentra con la ayuda de Dios), es cuestión de Fe, quedando por encima de toda consideración y que desde nuestro terreno anatómico habremos de rendir un máximo respeto.

CAPÍTULO 64

FUENTES DE CONOCIMIENTO SOBRE SISTEMA NERVIOSO

Los conocimientos que sobre el sistema nervioso se adquirieron a lo largo del tiempo con miras y en circunstancias diversas, se vigorizan y ordenan siguiendo el criterio más sencillo posible de unificación. La organización nerviosa ofrece ante todo un significado unitario, referido simplemente a un camino de corrientes, a su integración en centros donde éstas confluyen desde sus receptores de sensibilidad o informe y a su terminación, en fin, impulsando musculaturas. Todo ello es la mira que orienta los esfuerzos encaminados a conocer algo más de lo mucho que siempre ha de faltar. Sea cual fuera la aparente complicación de un principio, analizamos insistentemente el substrato nervioso y, a la vez, intentamos la síntesis, siguiendo así métodos clásicos, un tanto divergentes, pero bajo la misma directriz de unificar.

ANÁLISIS

La neurona, integrando centros nerviosos, y los axones, dispuestos en conexiones cortas o bien lanzadas a distancia formando haces de proyección, son el objeto fundamental de este análisis, procurando estudiar sus modalidades según el territorio. La glía, en relación con la vascularización, las neuronosecreciones y las sinapsis o interconexiones neuronales, son importantes referencias. El histólogo se preocupa de estos elementos como unidades relativas para la organización. El anatomotopográfico se ocupa más bien de integrar el substrato a base de los mismos elementos, para establecer una organización con significado regional. En unas y otras circunstancias son necesarios siempre métodos generales de contraste para los centros nerviosos y para los conductores axónicos que de ellos dependen; y a este propósito, hay que manejar métodos clásicos (prescindimos en esta idea directriz de la microscopía electrónica propia del especializado), como son los somáticos de tinción con el método de Nissl a base de aquellas soluciones azules contrastables, que diferencian los grumos de Nissl y, en general, todo aquello de reacción nucleoproteica, consiguiendo así el contraste de somas neuronales y, en consecuencia, el fundamento para destacar los centros nerviosos que integran. Están después los métodos neurofibrilares, como aquellos de impregnación argéntica de Cajal, Bielchowsky, Bodian, etcétera, que perfilan las neurofibrillas; unas veces, a nivel del soma; otras veces, a lo largo del axón; otras, en sus mismas terminaciones. Están, en fin, los métodos llamados mielínicos que tiñen la envoltura axónica cuando ésta tiene suficiente espesor, y a este propósito, debemos referirnos previamente al método de transiluminación de Stilling, que contrastan macroscópicamente la mielina en bloque, gracias a su opacidad a los rayos luminosos oblicuos; nos referimos también a las tin-

ciones de la mielina por el Sudán negro o por el ácido ósmico; en fin, a las tinciones del armazón mielínico de las células de Schwann, mediante el alumbre hematoxilínico de Spielmayer, etc.

Existen métodos especiales de contraste y a este propósito nos referimos a los que destacan el camino de una corriente nerviosa que sufre degeneración walleriana, esto es: después de lesionarse un centro nervioso y de haberse producido los rastros de degeneración a lo largo de la vía lesionada siguiendo el mecanismo degenerativo que demostró Cajal. A este propósito están los métodos al ácido ósmico, que tiñen la mielina degenerada con más intensidad que la mielina normal; tal es el caso del proceder de Marchi y el de Swank-Davenport, principalmente. Tenemos también procederes de impregnación argéntica, selectivos para la degeneración walleriana del mismo axón, como ocurre al método de Nauta.

La neurosecreción y la glía interesan igualmente ser contrastadas y a este efecto usamos métodos que denuncian estado de actividad diversa: secretora, energética, vascular, etcétera, de la zona. Los métodos de Gomori y Gabe los usamos conjuntamente para la neuronosecreción y la glía sobre todo. Los métodos de PAS (contraste de los hidrocarbonados por la leucofuchina de Schiff, previamente aldehidizados por el ácido periódico), pueden denunciar, bien estados de reacción exotérmica, donde hay combustión simple, o bien estados de reacción endotérmica que llevan al crecimiento y a la proliferación, en zonas críticas de sistema neuroendocrino. El aspecto de las redes vasculares neuroendocrinas, destacadas por inyección a la tinta china o por el método de Azán, puede orientar también sobre estados de actividad de zonas diversas. La histoquímica específica del allocortex, en manos de Ortmann, abre nuevos horizontes en el campo de la investigación.

Todos los métodos de contraste del substrato nervioso citados, son descritos en técnicas histológicas corrientes. Lo mismo decimos de procederes previos de fijación, inclusión, microtomía, etc. Nosotros sólo debemos referir alguna particularidad de los mismos en su momento oportuno.

Aparte del análisis morfológico indicado del substrato nervioso, existen procederes, analíticos también, pero sobre la actividad bioeléctrica, con el mismo propósito de establecer, aunque más funcionalmente, caminos y conexiones de la corriente. Para ello distinguimos los signos de sincronización y los de desincronización de la actividad bioeléctrica, ya que en el primer caso se trata de un ritmo propio que la corteza conserva en cierto estado de reposo, mientras que en el segundo caso las descargas saltan a distancia por tener mayor potencial, tratándose entonces de verdadera activación bioeléctrica, proyectada por determinados caminos. Tengamos en cuenta que el ritmo sincronizado no pasa de 10 ciclos; en cambio, el desincronizado suele oscilar hacia los 20 ciclos, lo cual es un signo mucho más efectivo que el simple análisis de una onda entre tantas otras, pues la altura de dicha onda es más bien función del calibre del aparato registrador y de otras circunstancias accesorias. Otra cosa son las ondas especiales de excitación o espigas, que destacan en todo registro, espigas cuyo hallazgo habla en favor de conexiones mutuas de aquellos centros distantes que puedan acusar simultáneamente aquellas espigas en el registro. Lo importante es, pues, acusar el estado de sincronización, de desincronización o bien las espigas, en todas las regiones encefálicas posibles simultáneamente y, entonces, hacer un estudio comparativo topográfico. Ello obliga a tener que aplicar experimentalmente la técnica de implantación crónica de finos electrodos en puntos concretos del encéfalo, a establecer derivaciones de esos puntos para registrarlos con el electroencefalógrafo, a relacionar, en fin, los registros obtenidos simultáneamente, con el emplazamiento de la punta del electrodo cuidadosamente comprobado.

SÍNTESIS

El substrato nervioso analizado por los métodos de contraste morfológicos indica-

dos y por el registro de la actividad bioeléctrica, debe después ser reconstruido tridimensionalmente. Las reconstrucciones estereométricas que con estos fines hoy día pueden emprenderse, requieren el uso de un material muy ligero, como son las láminas de plástico espumoso, cuya densidad, casi 100 veces menor que la del agua, permite la obtención de modelos muy voluminosos que integran un conjunto. Las pautas de reconstrucción son muy clásicas desde que fueron implantadas por Born. Recalquemos sus tiempos principales, como son: 1.°) El aislamiento del bloque previamente fijado, cuyos centros nerviosos pretendemos estudiar. 2.°) La inclusión de dicho bloque (casi siempre en celoidina), siguiendo las técnicas clásicas. 3.°) La microtomía de dicho bloque para obtener cortes seriados que después permitan reconstrucción. 4.°) El contraste estructural de dichos cortes por cualquiera de los métodos histológicos indicados. 5.°) El dibujo de los rasgos que interesan de los cortes de las series, previamente ampliados por proyección. 6.°) El paso del dibujo obtenido a la lámina de plástico espumoso que utilizamos. 7.°) La eliminación, en la lámina, de la substancia que no tiene interés principal, siempre que así pueda resaltar suficientemente la substancia que damos preferencia en el estudio. 8.°) Calcular el grosor que deben de tener las láminas de plástico, en proporción al grado de aumentos que hubo en superficie. 9.°) Superposición de las distintas láminas, ya recortadas, con arreglo a una referencia axil previamente señalada y pegado de las mismas para formar bloque conjunto. 10.°) Proceder al desprendimiento o desmontaje de planos resultantes en la reconstrucción obtenida, de la superficie a la profundidad, aprovechando las grietas que deja la substancia eliminada de la representación. Todos estos tiempos fundamentan la realización de una reconstrucción tridimensional y a ella se refieren los detalles destacados por métodos analíticos para que cobren concepto de situación en el espacio.

Los procederes de análisis y de síntesis que aplicamos al tejido nervioso pueden referirse al encéfalo humano cuando se trata del cadáver, por autopsia casi siempre, pero si se tienen que aplicar métodos experimentales, hay que referirse al animal que utilicemos. En nuestro caso, el gato casi siempre, por ser éste fácilmente asequible y comparable con el hombre en muchas de sus zonas. No podemos referirnos, pues, al caso de Macacus Rhesus, por ejemplo, ni al de antropoide alguno, dadas las dificultades por ahora de su adquisición e instalación. Ello obliga al estudio comparativo que permita transporte al substrato humano, de los datos obtenidos por experimentación en el gato. Este transporte queda facilitado al disponer de reconstrucciones estereométricas del encéfalo del gato y del hombre y, además, de encéfalos de organización intermedia, como es el del Macacus Rhesus ya aludido, pero ahora empleado con fines no experimentales. De esta suerte, el rasgo encefálico que interesa transportar, desde el caso del gato, pasa al substrato humano por intermedio del eslabón comparativo del Macacus Rhesus.

---

[1] Sobre los métodos histoquímicos: ROMEIS (1928), es uno de los manuales más usados del laboratorio. Sobre métodos de degeneración walleriana, considerar ante todo si las vías axónicas cortadas tienen suficiente mielina, para lo cual deben de tenerse en cuenta los trabajos sobre maduración mielínica de FLECHSIG (1876). En cuanto a los aspectos morfológicos de regeneración y degeneración experimental, consultar, ante todo, CAJAL (1913). En cuanto a los métodos, sólo ofrecemos aquí los usados por este Departamento, que pueden ser encontrados bibliográficamente así: MARCHI (1885), SWANK-DAVENPON (1935), RASDOLSKI (1945), ESCOLAR (1948), SOLER (1952). En cuanto a métodos de reconstrucción de BORN, consultar: HORSCHTETTER (1919), ESCOLAR (1961), SMITH-AGREDA, J. (1963), SARRAT (1963), AMAT (1963), RODRÍGUEZ (1965). En cuanto a mapas topométricos para estereotaxis, consultar: REINOSO (1953), ESCOLAR (1956). En cuanto al proceder estereotáxico: HORSLEY-CLARK (1908), RANSON (1934), MAGOUN (1932). En cuanto a electroencefalografía aplicada topométricamente: MCCULLOCH (1948), DUSSER DE BARENNE (1942). En cuanto a implantación crónica de múltiples electrodos: VALLS (1961). En cuanto a electrocoagulación: WYSS (1945).

INVESTIGACIÓN EN SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Sólo podemos referirnos a algunas metas, concretas en este Departamento, cuyo planteo está en relación con el desarrollo de las posibilidades que se han ido experimentando a lo largo del tiempo. Es natural, pues, que en cada Departamento surjan problemas de investigación cuyo amplio planteo de un principio se va perfilando después.

Se puede dar cierta preferencia, por ejemplo, al estudio de funciones instintivas y por lo tanto del substrato que las soporta, desde el momento en que éstas se encuentran representadas claramente en todos los animales, no sólo en cuanto a sus caracteres comunes de conservación de individuo y especie, sino a las particularidades de cómo expresan tal conservación, lo que da un matiz diferencial en relación con la especie de que se trata. Además, estas funciones instintivas animales tienen su representación en el substrato humano, al que, por lo tanto, pueden ser referidas. Este problema sobre el estudio del substrato del instinto debe de encontrar naturales dificultades, pero reconozcamos ante todo que el material es abundante.

El substrato de funciones relacionadas con la conservación del individuo y de la especie se va centrando más en el allocortex y en el diencéfalo (recuérdense algunos de los capítulos anteriores). Por eso, la organización de estas estructuras allocorticales y encefálicas hay que referirlas con expresiones y actitudes instintivas. Cierto que cualquier actitud y expresión normal puede pasar desapercibida a la observación a priori, pues sólo se nota cuando tal expresión se sale de la norma. Por lo tanto, los déficits, las alteraciones y los estados de alarma provocados experimentalmente pueden darnos referencias. Consideremos, por tanto: 1.°) Las circunstancias desencadenantes experimentales en sistema nervioso más corrientemente empleadas, como es el stress neuroendocrino y las coagulaciones estereotáxicas encefálicas. 2.°) La sintomatología postoperatoria experimental. 3.°) El registro electroencefalográfico espontáneo y provocado por estímulos naturales, así como sus alteraciones frente a desencadenantes experimentales. 4.°) La autopsia tras el período de observación apropiada en vida. La autopsia puede referirse también al caso clínico humano fallecido si se estudió previamente a lo largo de su enfermedad y tratamiento. 5.°) Topografía de la coagulación estereotáxica desencadenante y de las vías wallerianas a partir de la lesión. 6.°) Transformaciones del substrato nervioso referido al hipotálamo-hipófisis y al allocortex, en relación o no con transformaciones del substrato endocrino.

1.° Circunstancias desencadenantes más corrientemente empleadas. Stress neuroendocrino. Coagulaciones estereotáxicas

El llamado stress o estado de alarma se refiere a un desequilibrio neuroendocrino expresado con signos de transformaciones del substrato. El desequilibrio neuroendocrino es fácil desencadenarlo experimentalmente por destrucción o resección de un tramo endocrino determinado. Igualmente puede producirse desencadenando un estado tóxico-infeccioso o traumático en cualquier parte del cuerpo, lo que se hace experimentalmente, en concreto, mediante la administración de toxina diftérica. Un stress de profunda repercusión ha de ser el que se desencadena contra el metabolismo que podría concretarse contra los hidratos de carbono, ya que su trastorno repercute sobre el metabolismo de todos los principios inmediatos. Por eso, el hambre, la sed, o bien la inyección insulínica a dosis subletales, acabarán minando el substrato trófico, debiendo de encontrarse signos de transformación en el sistema neuroendocrino que participa en sus regulaciones. El trastorno instintivo de conservación de la especie en relación con la alteración del substrato neuroendocrino genital, se de-

sencadena con sencillez, experimentalmente por castración y por inyección de coriogonadotropina.

En cuanto a las coagulaciones estereotáxicas encefálicas, nos referimos fundamentalmente a zonas de allocortex y de neurohipófisis que ofrecen significado crítico, debiendo a este respecto dar preferencia a la encrucijada reticular striodiagonal, ya referida en capítulos anteriores y tan necesitada de mayor conocimiento. Recordemos que el proceder de estereotaxis exige ante todo disponer de atlas topográfico patrón del animal que se utiliza y, por lo tanto, el del gato principalmente. En dicho atlas se encuentran desarrolladas las estructuras por planos seriados, orientados con arreglo a ejes fundamentales, cuyas referencias exteriores son fáciles de establecer en la cabeza del animal debidamente anestesiado e inmovilizado. Es necesario también el aparato estereotáxico, que permita localizar la punta desnuda de la aguja de estereotaxis en la zona de encéfalo que interesa, previa trepanación de la pared ósea por donde la aguja ha de entrar. Una vez localizada la aguja en el punto encefálico correspondiente, ésta puede implantarse crónicamente insertándola en la calota con cemento de prótesis dental. Cuando se trata de hacer una sola coagulación, no se necesitaría tal implantación crónica; bastaría hacer pasar por ella enseguida la corriente de polo activo para electrocoagulación.

Cierto que las coagulaciones para desencadenar déficit ostensible han de acercarse a la cápsula interna o a la corteza cerebral del área 4. Caso de no ser así, el déficit es difícil de expresar, a no ser que se hagan las coagulaciones con arreglo a simetría bilateral, y en este caso se requeriría implantación crónica de dos electrodos simétricamente e ir realizando coagulaciones sucesiva y progresivamente cada día hasta que se acuse la sintomatología de déficit. Algunas veces es necesaria la implantación de múltiples electrodos, cosa habitual en registros electroencefalográficos experimentales; entonces hay que sujetarlos permanentemente.

2.º Sintomatología postoperatoria experimental

Lo más fácilmente acusable es un déficit motor cuando la lesión ha interesado el trayecto de vías piramidales, bien en la cápsula interna o bien en la corteza cerebral. Cuando la lesión se distancia de estas zonas, entonces la sintomatología es difícil de apreciar, pero no suele ocurrir así en el caso de que la lesión sea simétrica. Las manifestaciones que entonces se expresan, recuerdan a disquinesias, cuyo estudio debe ser recomendado por la relación que podrían tener en la clínica humana. Naturalmente, las lesiones simétricas a que nos referimos deberán tener una cierta extensión para que la disquinesia se produzca, cosa fácilmente conseguible mediante coagulaciones sucesivas en la encrucijada reticular estriodiagonal de ambos lados, encrucijada donde confluye la cabeza del caudatum pallidum, allocortex diagonal, zona dinamógena de Hess y substancia reticular difusa telencefálica. En cuanto a trastornos de la conducta, como síntomas postoperatorios, no podemos referirnos aquí.

3.º Registro electroencefalográfico. Registro espontáneo. Registro provocado por estímulos naturales. Alteraciones desencadenadas experimentalmente

Es de interés el registro electroencefalográfico del neocortex y, en concreto, del área 4 piramidal, lo mismo que del área 17 visual. Igualmente interesa el registro en allocortex, sobre todo en el allocortex diagonal y en el asta de Ammon. Así resultan cuatro puntos, pero como debe hacerse en ambos lados simétricamente, sumarían un total de ocho a registrar. Las derivaciones se hacen con electrodos de superficie en lo que se refiere a neocortex, pues corresponden a la corteza de la convexidad. Las derivaciones en profundidad se harían en allocortex, mediante finas y largas agujas. Se impone aquí la implantación crónica y la recuperación del animal, debiendo disponer las cosas para hacer registros en días sucesivos y poderlos comparar. Naturalmente,

los registros son unipolares; el polo indiferente es común a todas las derivaciones. El estímulo más sencillo a emplear es el luminoso y el acústico. Esto se realiza tanto en los registros controles, previos a la coagulación o al stress neuroendocrino, como después de haber desencadenado estos procesos. Registros control y registros post-desencadenantes sucesivos, insistentemente realizados, pueden proporcionar datos electroencefalográficos de interés.

Los estímulos por estricnina aplicada o por epileptógenos cúpricos implantados, los consideramos de un interés concreto y caen fuera de esta sistemática general que estamos exponiendo.

4.º Autopsia

No debe prescindirse nunca de los datos de protocolo respecto al sexo, edad aparente, signos de identificación, estado nutritivo, peso, etcétera. Después, interesa una revisión general del estado de las vísceras y casi siempre, a continuación, la inyección de tinta china diluida a partes iguales en solución al 4 % de gelatina caliente. Viene después la extracción de glándulas endocrinas y de otros substratos afines, para un ulterior estudio histológico. Tal es el caso de la suprarrenal, que obliga a la par al estudio del riñón, hígado, bazo, duodeno y páncreas. Un caso parecido resulta con los genitales e igualmente con el tiroides y el timo. Respecto del encéfalo, debemos proceder a un aislamiento craneal en bloque, dejándolo desnudo exteriormente y labrando después dos ventanas laterales, sin otra abertura endocraneal. En estas condiciones se procede a la fijación de los trozos aislados, en formol al 10 %, lo que no impide la aplicación ulterior de diversas técnicas. A los pocos días se van precisando los bloques viscerales para estudio histológico.

5.º Topografía de la coagulación estereotáxica y vías wallerianas desencadenadas a partir de la misma

Para el caso referido, la orientación de los cortes microtómicos suele interesar en sentido normal al neuroeje, pues ayuda mucho en la reconstrucción de la lesión y de las vías. El bloque encefálico previamente fijado es segmentado transversalmente. De una manera escalonada, a lo largo del neuroeje, se procurará disponer de pequeños segmentos de unos 2 mm de grosor para la impregnación de ácido ósmico con el método de Marchi. Los segmentos que quedan pueden tener un espesor cualquiera. Los pequeños segmentos que sufrieron la impregnación del ácido ósmico son después cortados a congelación. Los grandes segmentos de espesor corriente son incluidos en celoidina y cortados también en serie para después someterlos al método de Nissl para la topografía de los centros nerviosos y al de Gomori para la topografía de la neuronosecreción si los cortes interesan al hipotálamo-hipófisis. Igualmente algunos cortes de celoidina son destinados al método de Nauta, procurando elegirlos guiados por los resultados previos de la degeneración walleriana con el ácido ósmico, realizada en los pequeños segmentos. Una descripción más detenida nos llevaría a particularidades que se saldrían de estas líneas generales, cuyo interés fundamental es la reconstrucción de la lesión y de sus vías wallerianas.

6.º Transformaciones que se pueden tomar como guía o referencia: Transformaciones del substrato nervioso en cuanto al hipotálamo-hipófisis junto con el allocortex y transformaciones del substrato endocrino

El hipotálamo-hipófisis y allocortex pueden expresar transformaciones en relación con aquellos desencadenantes indicados que alteran el metabolismo. Planteado el problema en este sentido, interesa mucho la visión conjunta de dichas organizaciones, lo que se consigue orientando el bloque nervioso para ser cortado sagitalmente, siempre incluido en celoidina (el corte sagital que encontramos apropiado en estas circunstancias, no resultaría tan eficaz si se tratase de topografiar una lesión y sus vías wallerianas, como hemos referido en el párrafo anterior). En los cortes sagitales que

se van obteniendo, se eligen aquellos donde las regiones de nuestro estudio están desarrolladas al máximo. Tal es el caso de aquellos cortes que cogen en su mayor extensión el hipotálamo-hipófisis, los que hacen lo mismo con el septum y con el hipocampo, así como con el complejo amigdalino. Las series obtenidas tienen en un principio que ser tratadas por métodos orientadores generales, como es el hemalumbre simple y, a veces, sin teñir, sólo diafanizados para ver la red vascular a la tinta china. Después de esto, interesa la tinción de Nissl para los centros nerviosos, Gomori para la neuronosecreción y PAS para los estados de actividad. Según el aspecto de vascularización que vayamos advirtiendo previamente, podría interesarnos también el método de Azán.

En cuanto al sistema endocrino suprarrenal, genital, tiroides y otros substratos viscerales relacionados con estas glándulas, se aplica una sistemática sencilla, pues todos los bloques son incluidos en celoidina o parafina, cortados microtómicamente lo más finos posibles y teñidos por los métodos clásicos. Naturalmente, interesa orientarse en un principio en el método de hemalumbre e incluso el montar sin tinción alguna para ver la red vascular repleta a la tinta china. Después interesan el método de Azán y los métodos de PAS. El clásico método de Giemsa resulta muy eficaz para teñir toda infiltración nerviosa formando plexos murales.

Hay ciertos estados de actividad en relación con el acúmulo de lipoides y de cristales de colesterina que sólo pueden denunciar métodos que no empleen ingredientes que los disuelva. Por eso, para apreciar estos efectos en suprarrenales o en riñón, hay que realizar los cortes a congelación aplicando después el método del rojo escarlata si se trata de detectar los lipoides, o sin colorante alguno si se trata de apreciar los cristales de colesterina a la luz polarizada, realizando el montaje a la glicerina.

En algunos problemas neuroendocrinos hay que tener en cuenta el factor crecimiento incluyendo la fase de maduración sexual, y en estos casos preferimos la rata como animal de experimentación, pues nos proporciona numerosas camadas en crecimiento perfectamente controlables, cada una de más de 10 hermanos, por lo tanto comparables entre sí.

Todo lo indicado nos permite acumular material y ordenar datos de estudio bajo la idea directriz general de un principio. Por ejemplo, queremos ver topografías de lesión, vías wallerianas, transformaciones de substrato, etc., etc., y vamos acumulando material que nos permite precisar esas topografías, vías y transformaciones y, a la vez, precisando también el planteo del problema de investigación. Así los datos van tomando significado sobre un determinado mecanismo nervioso que integra la unidad o sobre un problema aplicativo. El planteamiento de un problema termina, pues, cuando el material arroja casi todos los datos posibles y se vislumbran resultados concretos. Ello nos hace siempre recordar la experiencia de muchos, antes que la propia nuestra, y que se resume simplemente en el hecho de que todo planteamiento y sus resultados van siguiendo un curso paralelo íntimamente relacionado con la observación objetiva y paciente del material que se ha acumulado para estudio.

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Fuentes del conocimiento sobre sistema nervioso. Análisis. Contrastes morfológicos. Somáticos. Neurofibrilares. Mielínicos. Actividad bioeléctrica. Sincronización y desincronización. Espigas de estímulo. Estímulos epileptoides. Síntesis. Reconstrucciones estereométricas al plástico espumoso. Métodos experimentales del sistema nervioso. Desencadenantes experimentales. Stress neuroendocrino. Coagulaciones estereotáxicas. Sintomatología postoperatoria experimental. Electroencefalografía espontánea y provocada. Autopsia. Topografía de las vías wallerianas. Transformaciones del substrato nervioso. Transformaciones del substrato endocrino. Planteo del problema de investigación. Resultados de investigación.

ANATOMÍA APLICATIVA-TOPOGRÁFICA

CAPÍTULO 65

REGIONES ENDOCRANEALES = REGIONES ENCEFÁLICAS. ESPACIOS CEFALORRAQUÍDEOS COMO REFERENCIA. PROCESOS EXPANSIVOS ENDOCRANEALES Y ENCLAVAMIENTOS CONSECUENTES

El endocráneo contiene el encéfalo y sus meninges envolventes. En ellas deben de distinguirse los espacios subaracnoideos que acumulan el líquido cefalorraquídeo, bien escretado directamente por la masa encefálica limítrofe, bien secretado directamente también por los plexos coroideos, o bien indirectamente drenando desde las cavidades ventriculares. Ventrículos y espacios subaracnoideos ofrecen un aspecto de repleción determinado que refleja el estado normal o patológico de la masa encefálica. Por ello, tales formaciones proporcionan referencia fundamental.

Los ESPACIOS CEFALORRAQUÍDEOS los revisamos siguiendo el orden de producción del líquido; así: El *tercer ventrículo* (figs. 331 y 332) se va llenando de líquido cefalorraquídeo segregado por sus plexos coroideos; este líquido cefalorraquídeo, al ingurgitar el tercer ventrículo, se adapta a todos los accidentes de su superficie y, por lo tanto, al receso infundibular (Inf), al receso quiasmático (Chi), a la comisura anterior (CA), al receso mamilar (M), a la comisura posterior (CP), al receso pineal (Pin), etc., detalles ya conocidos (volumen 3.°).

De una manera análoga se van rellenando los *ventrículos laterales*, pues reciben la secreción de los plexos coroideos existentes en sus prolongaciones cavitarias; después, por el agujero de Monro (Mon), drenan hacia el tercer ventrículo o ventrículo medio. El líquido acumulado en el ventrículo medio pasa por el acueducto del mesencéfalo al *ventrículo cuarto* (V4.°). En este ventrículo, el líquido cefalorraquídeo, además, sigue segregándose directamente gracias a la actividad de plexos coroideos allí existentes. La cantidad acumulada es tal que atraviesa dehiscencias de la lámina tectoria del cuarto ventrículo saliendo a los espacios subaracnoideos vecinos y, por lo tanto, a la cisterna magna (CisM).

De la cisterna magna el líquido se difunde por otras cisternas que hacen continuidad, como es la pontocerebelosa situada a cada lado en el ángulo pontocerebeloso (véase en la fig. 334 el flóculo, centro de dicho ángulo) y de allí pasa a la *cisterna basilar* (véase Ipn en la fig. 334, que es el surco infrapontino de dicha cisterna, situada sobre la lámina basilar, Bas). Esta cisterna basilar impide que el tronco encefálico toque la parte ósea; por eso quedará flotando sobre ella. La cisterna basilar se amplía hacia delante mediante la *cisterna interpeduncu-*

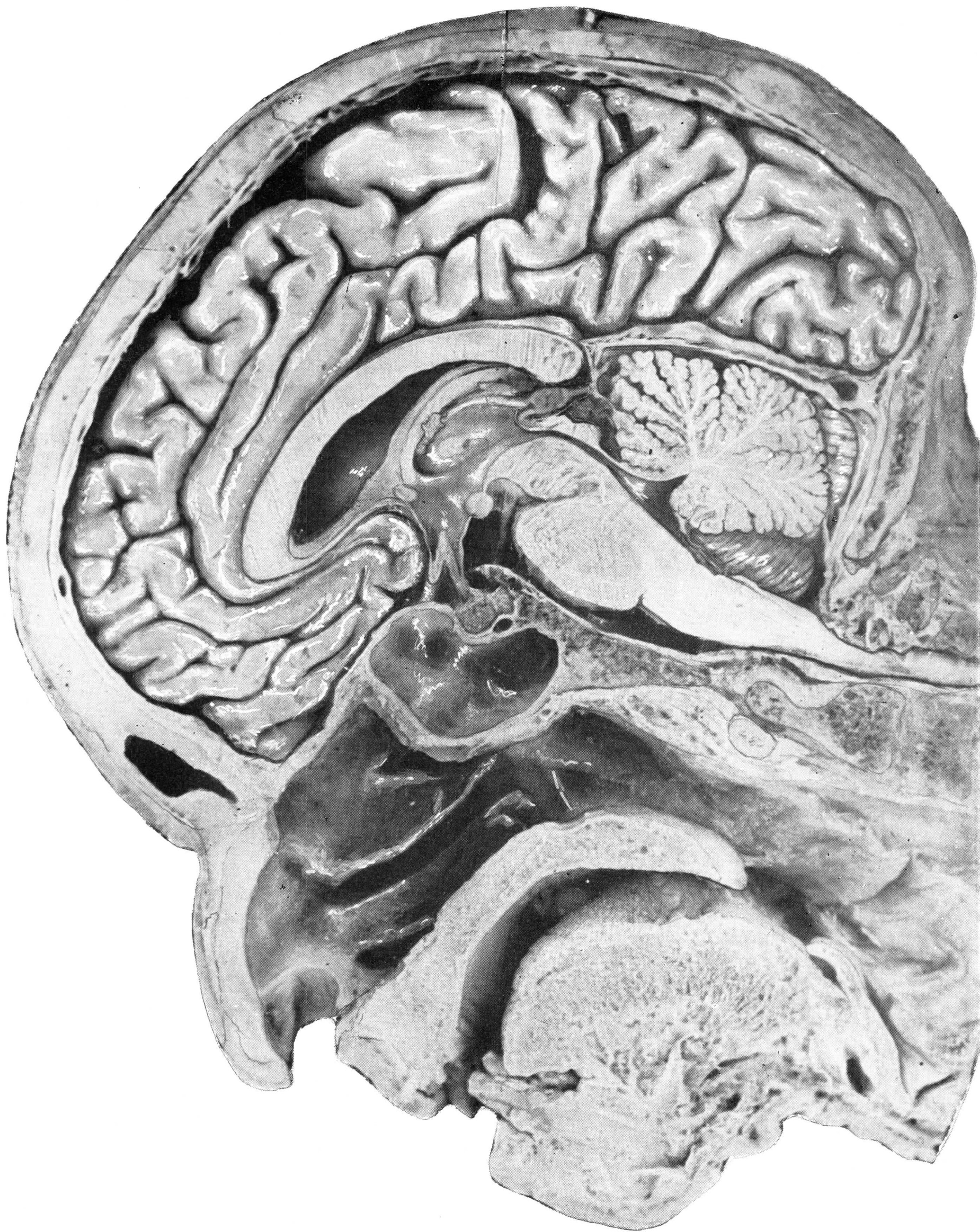


Fig. 331. — Corte sagital de la cabeza para referencias endocraneales topográficas, ventriculares y cisternales.

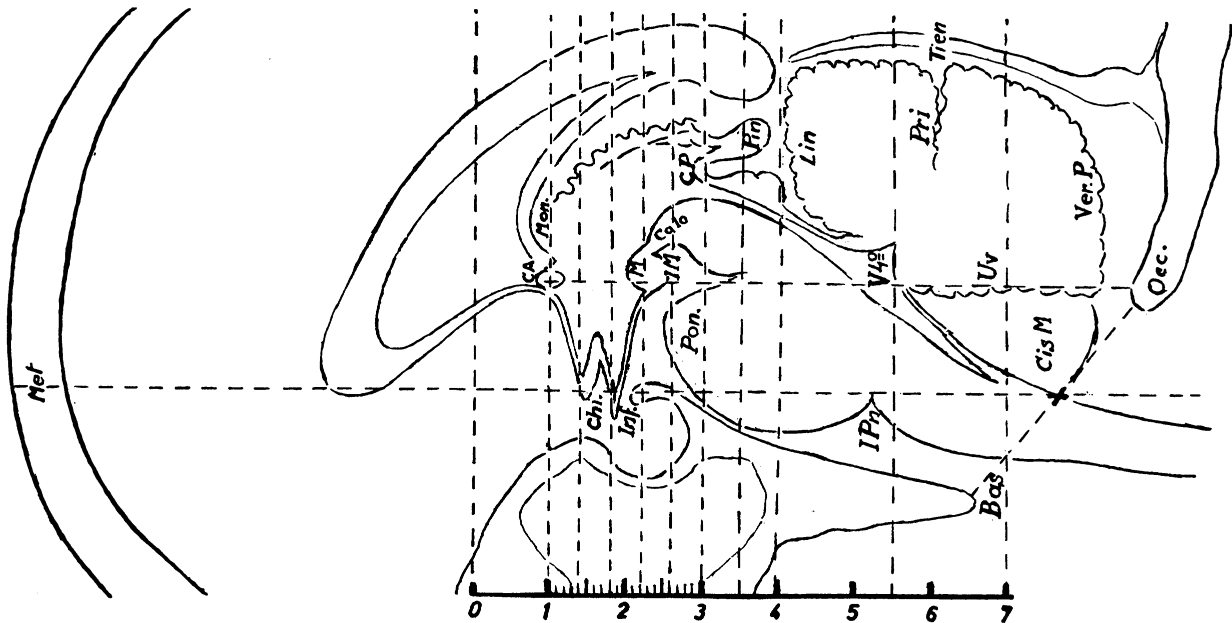


Fig. 332. — Representación esquemática de algunos detalles de la figura precedente, encuadrados con arreglo al eje longitudinal encefálico que pasa por el metopio (Met), quiasma (Chi), infundíbulo hipofisario (Inf), surco infrapontino (IPn), terminando en el centro del agujero occipital, agujero cuyo límite anterior en la figura corresponde al basión (Bas); véase su límite posterior (Occ). Nótense perpendiculares a dicho eje varias líneas que definen planos de sección frontal. Véanse referidos a una cuadrícula centimétrica que va del 1 al 7: nótese que algunos de estos planos cortan formaciones encefálicas importantes, circunstancia que define el corte en cuestión: así, referimos la sección señalada en el 1 de la escala centimétrica, al plano que pasa por la comisura anterior (CA) y el agujero de Monro (Mon). Referimos el plano que pasa por la numeración 1,4 de la escala, a su sección del quiasma (Chi). Tenemos un plano que pasa por la numeración 1,8 de la escala y secciona el infundíbulo (Inf). Un nuevo plano pasa por la numeración 2,2 de la escala y secciona el cuerpo mamilar (M). Notemos el plano que pasa por la numeración 2,6 de la escala, que es tangencial posterior al cuerpo mamilar (IM), y secciona la calota (Calo). Observemos el plano que pasa por la numeración 3 de la escala y después de seccionar una buena parte del puente (Pon) pasa por la comisura posterior (CP). Siguiendo la serie de planos, tenemos otros que van seccionando nuevos detalles de centros nerviosos (indicados en la figura), que ahora debemos enumerar así: (CisM) Cisterna magna. (Lin) Língula. (Pin) Glándula pineal. (Pri) Cisura prima. (Tien) Tienda del cerebelo. (Uv) Úvula. (VerP) Vermis posterior. (V4.º) Ventrículo 4.º

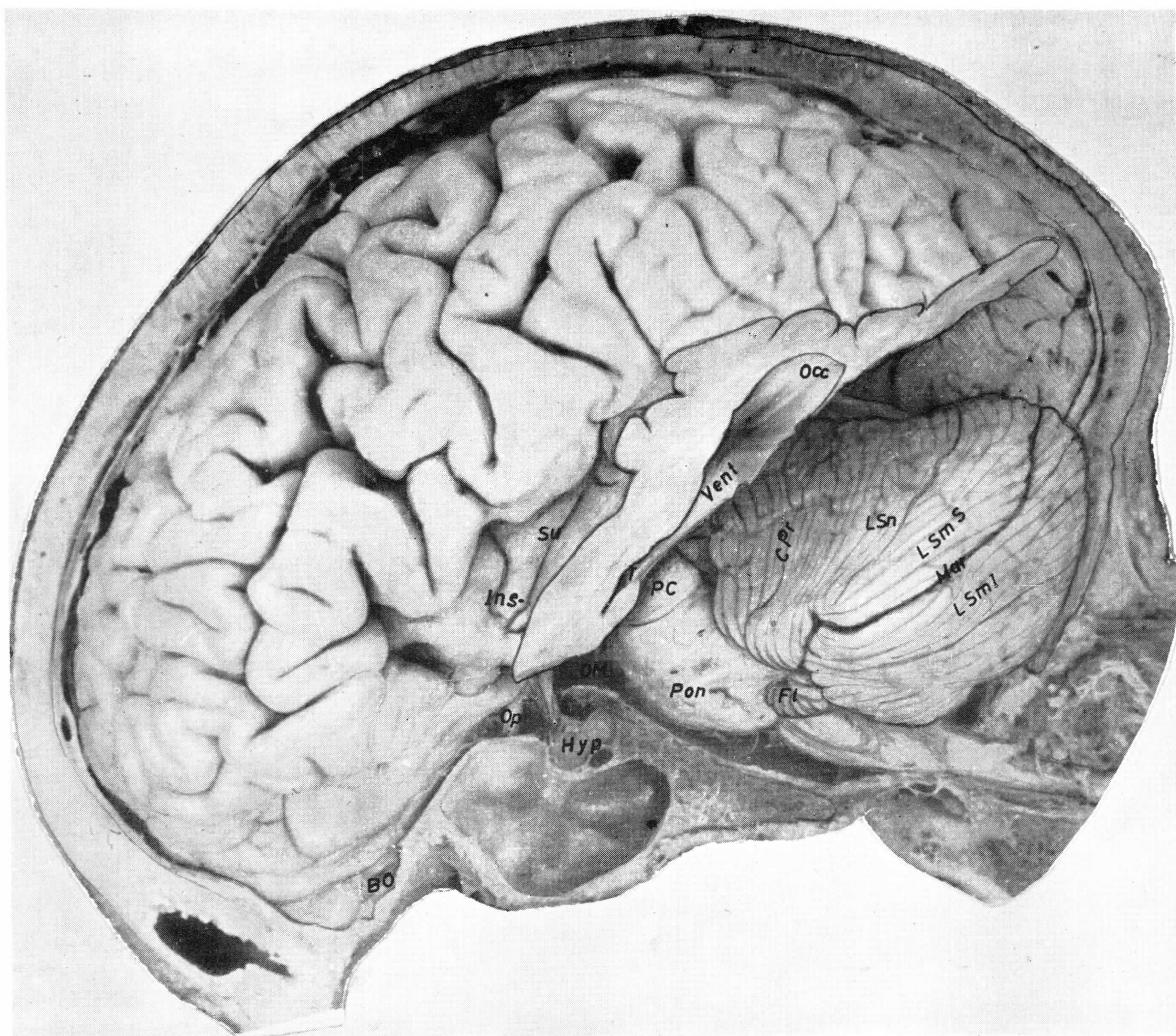


FIG. 333

FIGS. 333 y 334. — Ofreciendo la masa encefálica lateralmente al descubierto, habiendo resecado en la figura 333 un buen segmento temporooccipital del hemisferio. (AmF) Amígdala faríngea. (AmL) Amígdala lingual. (AmPa) Amígdala palatina. (AmTu) Amígdala tubárica. (Bas) Apófisis basilar. (BO) Bulbo olfatorio. (CPr) Cisura prima. (Cur) Pliegue curvo. (Fl) Flóculo. (GGl) Geniogloso. (GH) Geniohioideo. (Hio) Hioides. (Hyp) Hipófisis. (Ipn) Surco infrapontino. (LSmI) Lóbulo semilunar inferior. (LSmS) Lóbulo semilunar superior. (LSn) Lóbulo simple. (Mn) Mandíbula. (Mar) Surco marginal cerebeloso. (Occ) Prolongación occipital ventrículo lateral (Olf) Área olfativa nasal. (OM) Oculomotor común. (Op) Nervio óptico. (Orl) Surco orbitario lateral. (Pal) Paladar. (PC) Pedúnculo cerebral. (Pon) Puente. (PR) Cisura prerrolándica. (PSil) Cisura presilviana. (Ro) Cisura de Rolando. (RR) Cisura retrorrolándica. (SE) Seno esfenoidal. (Sil) Cisura de Silvio. (T) Prolongación temporal del ventrículo lateral. (TrEu) Trompa de Eustaquio. (Vent) Ventrículo lateral. (VesN) Vestíbulo nasal. (1.T) Cisura primera temporal. (2.T) Segunda cisura temporal.

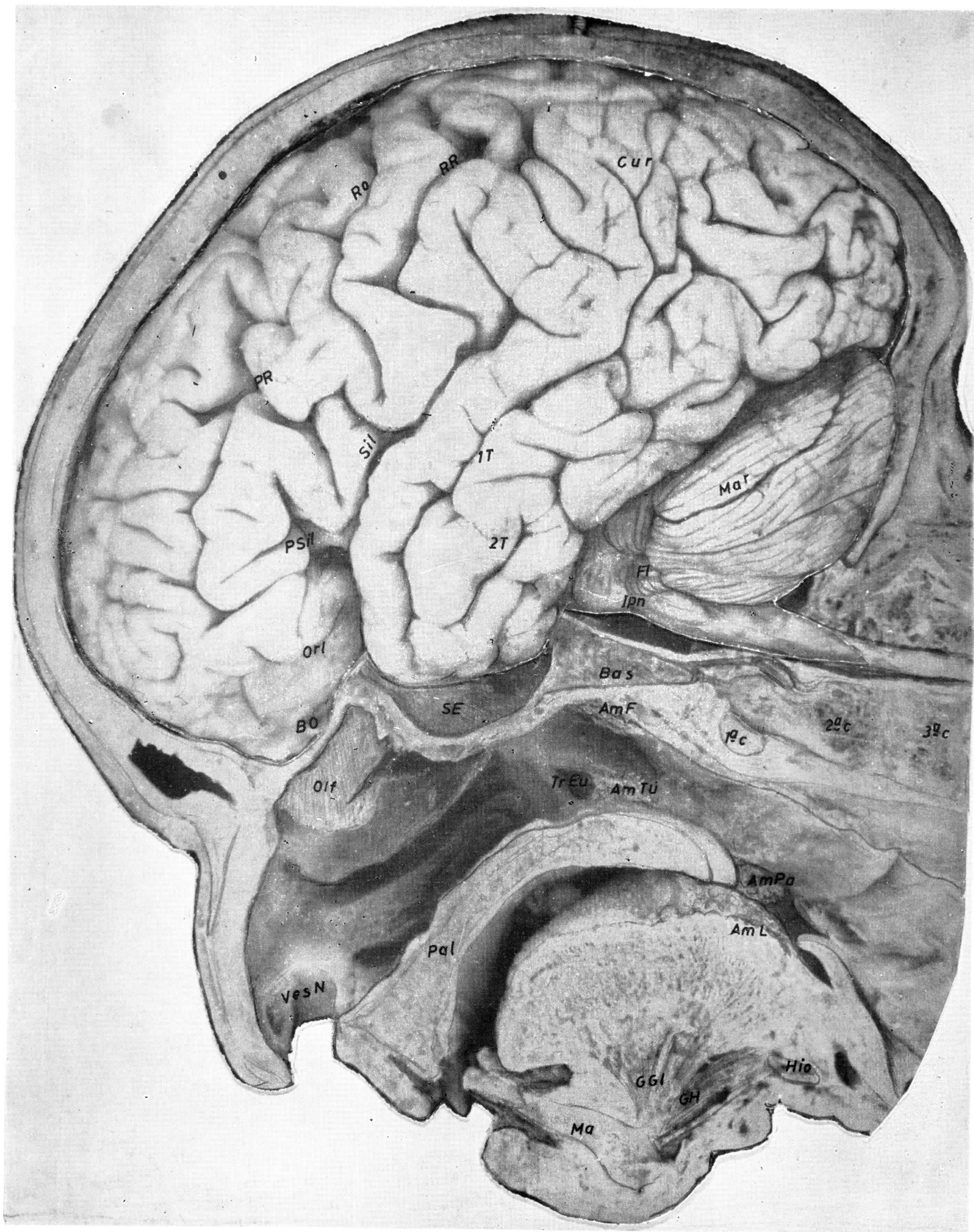

Ro
RR
Cur
PR
Sil
1T
Mar
PSil
2T
Fl
Ipn
Orl
Bas
SE
AmF
BO
1ª c
2ª c
3ª c
Olf
Tr Eu
Am Tu
AmPa
AmL
Pal
VesN
Hio
GGl
GH
Ma

FIG. 334

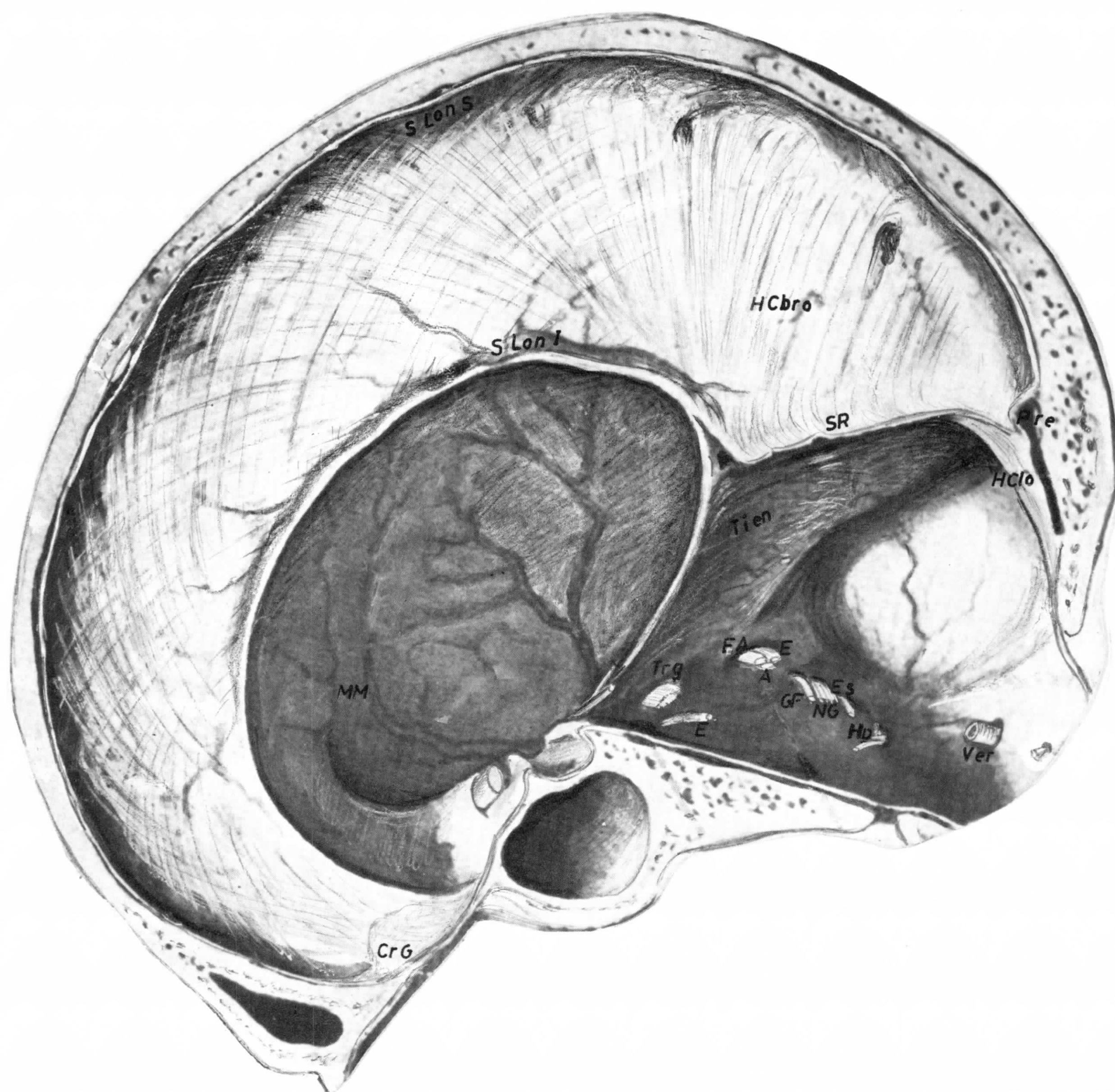


Fig. 335. — Vaciamiento endocraneal de los centros nerviosos dejando en su sitio la hoz del cerebro (HCbro), la hoz del cerebelo (HClo) y la tienda (Tien). Nótense igualmente raíces cortadas de nervios craneales en la fosa cerebral posterior, inmediatamente debajo de la tienda, señaladas de delante atrás de la siguiente manera: (Trg) Trigémino. (E) Oculomotor externo. (FA) Facial. (E) Estático. (A) Acústico. (GF) Glosofaríngeo. (NG) Neumogástrico. (Es) Espinal. (Hp) Hipogloso. Nótese también la arteria vertebral (Ver), apareciendo cortada por el agujero occipital. Arteria meníngea media (MM) en su punto clásico de ruptura. Algunos senos de la duramadre como el seno longitudinal superior (SLonS), el seno longitudinal inferior (SLonI), el seno recto (SR), la prensa venosa (Pre). Nótese el vértice de la hoz del cerebro inserto en la apófisis cresta de gallo (CrG).

lar (figs. 331 y 332), la cual se continuará con la cisterna periinfundibular o central y de allí ascenderá por el valle de Silvio, formando la llamada *cisterna insular* (Ins) (figura 333) o silviana (Sil) (fig. 334). Desde la cisterna interpeduncular, el líquido, envolviendo a los pedículos cerebrales, forma la *cisterna ambiens* y se reúne en la *cisterna pineal* (figs. 331 y 332) (Pin). Desde todos estos puntos, el líquido sigue ascendiendo hasta llegar a la bóveda y ocupar un amplio espacio subaracnoideo junto al seno longitudinal superior (SLonS) (fig. 335). En este seno, el espacio subaracnoideo indicado se invagina en bolsas de drenaje cefalorraquídeo, donde acontece un proceso de succión bien ostensible, ya que en esta parte, la sangre venosa tiene una presión negativa cuando el individuo está en pie.

Notemos que la masa encefálica descansa sobre el ángulo óseo que integra la base del cráneo, ángulo en cuyo vértice está la silla turca, cuyo límite anterior es el declive del yugo esfenoidal y criboso y cuyo límite posterior es el declive de la lámina basilar (fig. 335). Lateralmente, en la base del cráneo existe un apoyo directo de la masa encefálica, sin líquido cefalorraquídeo intermedio. Este apoyo directo correspondió al polo frontal y al polo temporal, motivando huellas de la circunvolución en la parte ósea; son las impresiones digitales y eminencias mamilares que ofrecen la fosa cerebral media a nivel del ala mayor del esfenoides y peñasco, así como la fosa cerebral anterior a nivel de los techos orbitarios. Esto contrasta con la falta de impresión de las circunvoluciones cerebrales en la bóveda craneal. Sin embargo, existe aquí la huella de los botones drenadores de líquido cefalorraquídeo que han atravesado el seno longitudinal superior.

El principal punto de aplicación de fuerzas que es el metopio (Met) (fig. 332), y la dirección de las mismas a lo largo de arbotantes craneales hasta los cóndilos, establece una línea que coincide con el eje *longitudinal encefálico* que es el occipitometópico. Este eje recordemos que pasa por algunas referencias cerebrales importantes, como son la fosa infrapontina (IPon), así como los recesos, infundibular (Inf) y quiasmático (Chi), motivo por los cuales el eje *occipitometópico* también se llama *pontinquiasmático.* Los golpes dados en el metopio son los que menos peligro ofrecen a la fractura de la base del cráneo; sin embargo, motivan una conmoción encefálica porque esta masa vibra longitudinalmente de delante atrás y, por lo tanto, en la dirección de dicho eje. Dicha vibración puede determinar el arrancamiento de alguna raíz nerviosa que está prendida tirante en la base del cráneo. Tal es el caso de los nervios que salen por el agujero rasgado posterior (glosofaríngeo, neumogástrico y espinal).

Los espacios cefalorraquídeos indicados ofrecen una *expresión radiológica* que permite su exploración en vivo, pudiendo ser contrastados por inyección de aire en la cisterna magna (figs. 336 y 337). Este aire seguirá el camino ventricular si la cabeza está inclinada o bien el camino de la cisterna basilar e interpeduncular si la cabeza está elevada. El atasque del aire, bien en cantidad o bien en forma de pequeña burbuja, detenida en algún receso ventricular o cisternal, puede ser detectado en radiología clínica y así determinar el estado y situación de los espacios cefalorraquídeos.

La situación de los espacios cefalorraquídeos también puede ser detectada, determinando la situación de las arterias que por allí se deslizan, cosa ya corriente en clínica, pues una red vascular puede contrastarse si al mismo tiempo se inyecta intraarterialmente una inyección que le hace opaca. En el caso del encéfalo, la inyección en la carótida interna (CI) (fig. 339) permite visualizarla a lo largo y sobre todo en el momento en que se divide en la cerebral anterior (ACA) y en la media silviana (Si) (figuras 339 y 340). Entonces la radiología de perfil y la misma de frente (figs. 341 y 342) detectan un trayecto cuya disposición normal o patológica puede ser aclarada si se puede hacer una comparación en el lado derecho e izquierdo, cosa factible en la visión de frente (figs. 341 y 342). La *desviación* ha-



Fig. 336

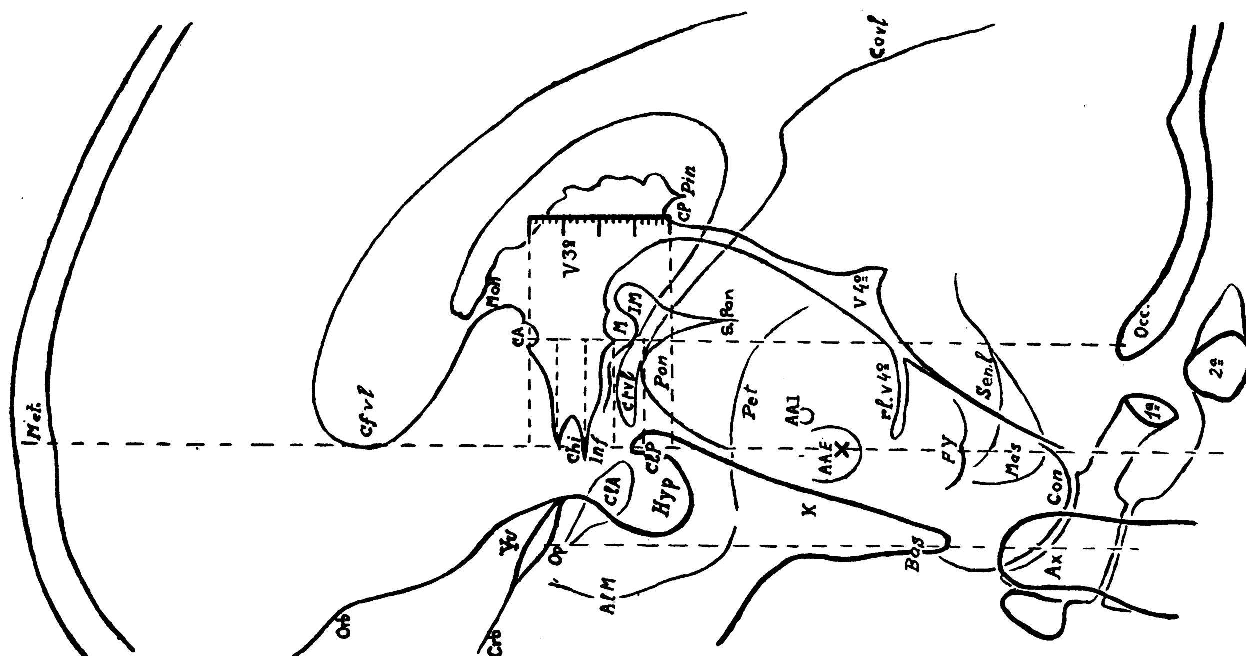


FIG. 337. — Nótense los siguientes recesos ventriculares. Cuerno frontal del ventrículo lateral = (Cfvl). Cuerno occipital ventrículo lateral = (Covl). Cuerno temporal ventrículo lateral = (Ctvl). (Mon) Agujero de Monro. (V3.º) Ventrículo 3.º (CA) Comisura anterior. (Chi) Quiasma. (Inf) Infundíbulo. (M) Cuerpo mamilar. (CP) Comisura posterior. (Pin) Receso pineal. (V4.º) Ventrículo 4.º (rlv4.º) Receso lateral ventrículo 4.º La localización de la cisterna interpeduncular puede plantearse en la figura buscando: (Pon) Puente. (SPon) Surco suprapontino. (IM) Fosa inframamilar. En cuanto a detalles óseos podemos referirnos al metopio (Met); a la clinoides posterior (ClP); al agujero auditivo externo (AAE). La cruz señalada en esta misma zona corresponde al surco infrapontino. (Con) Cóndilo. Notemos que éste se encuentra entre el punto basion (Bas) y el punto occipital (Occ); además está enmascarado por la superposición de la mastoides (Mas), del seno lateral (Senil) y del foramen yugular (FY). Localícese el borde libre del peñasco (Peñ) y el agujero auditivo interno (AAI). Otros detalles, como contrastes óseos de la base del cráneo, también pueden ser indicados así, en la fosa cerebral anterior está la órbita (Orb), la lámina cribosa (Crb), el yugo esfenoidal (Yu) y el agujero óptico (Op). En la fosa cerebral media está la fosa hipofisaria (Hyp), limitada por delante por la clinoides anterior (ClA) y por detrás por la clinoides posterior (ClP). Notemos a pequeña distancia el ala mayor del esfenoides (AlM) continuándose con el borde libre del peñasco. En la fosa cerebral posterior notemos el Klivus (K). Refiéranse en todo momento estos detalles a las sombras de la figura 336.
Obsérvese el eje occipitometópico, longitudinal al encéfalo, cortando una porción de detalles que sirven de mayor referencia a dicho eje. Obsérvese un eje paralelo a éste, inmediatamente por detrás; el llamado eje comisuromamilar.

FIG. 336. — Radiografía lateral de media cabeza cortada sagitalmente (corresponde al modelo de la figura 331). Nótese contraste de aire rellenando intersticios cisternales y ventriculares. Determinados recesos ventriculares han sido rellenados con minio para mejor contraste. El detalle se precisa en la figura 337.

cia un lado obedece a la existencia de un *proceso expansivo* en el lado opuesto.

El proceso expansivo también puede ser detectado al hacer la radiografía de frente de los ventrículos laterales; ventrículos cuyas prolongaciones frontal, occipital y temporal pueden ser determinadas, sobre todo, a nivel de la encrucijada ventricular llena de aire (fig. 338). Una variación posicional o volumétrica del contraste de estos ventrículos laterales puede ayudar a la localización del proceso expansivo.

El PROCESO EXPANSIVO, acontecido endocranealmente, se da en múltiples circunstancias originadas allí mismo, bien en el hueso, en las meninges o en el encéfalo; algunas veces se originan casos fuera del mismo endocráneo y llegan emigradas con la circulación. Tal proceso motiva un desplazamiento de masas y su enclavamiento en zonas críticas endocraneales. Estas zonas críticas son dos: El tentorio o tienda (Tien) (fig. 335) del cerebelo, en cuya entrada se puede *enclavar el mesencéfalo* al ser empujado por el desplazamiento de masas vecinas, consecuente a un proceso expansivo supratentorial más o menos distantes. La otra zona crítica es el agujero occipital donde se *enclava el bulbo raquídeo*, empujado por desplazamiento de masas a causa de cualquier proceso expansivo infratentorial.

El *enclavamiento del mesencéfalo* en el



FIG. 339. — La carótida interna (CI) ha sido inyectada con solución yodurada y contrasta el arranque de la arteria cerebral anterior (ACA) y de la silviana (Si), así como de algunos otros troncos. La radiografía está tomada en el mismo momento de la inyección.

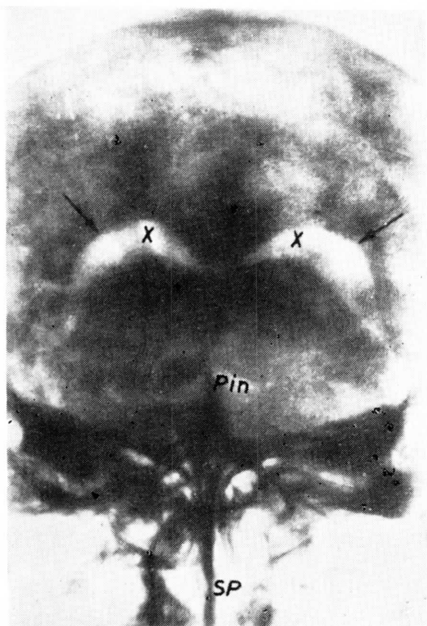


FIG. 338. — Radiografía frontal mostrando los ventrículos laterales, llenos de aire y muy contrastados (XX) a nivel de la encrucijada reticular. (Pin) La cisterna pineal contrastada por aire. (SP) El septum nasal demuestra que la radiografía frontal no ofrece desviación.

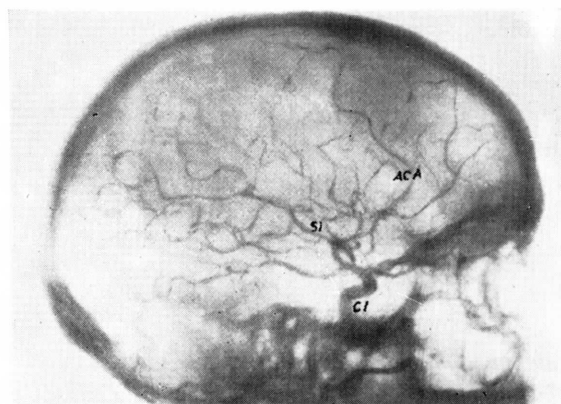


FIG. 340. — Una visión lateral parecida a la del caso anterior, pero la radiografía ha sido tomada momentos después; por eso, a la carótida interna (CI) le queda poco contraste; en cambio, la arteria cerebral anterior (ACA) y la silviana (Si) ofrecen una replección más avanzada.

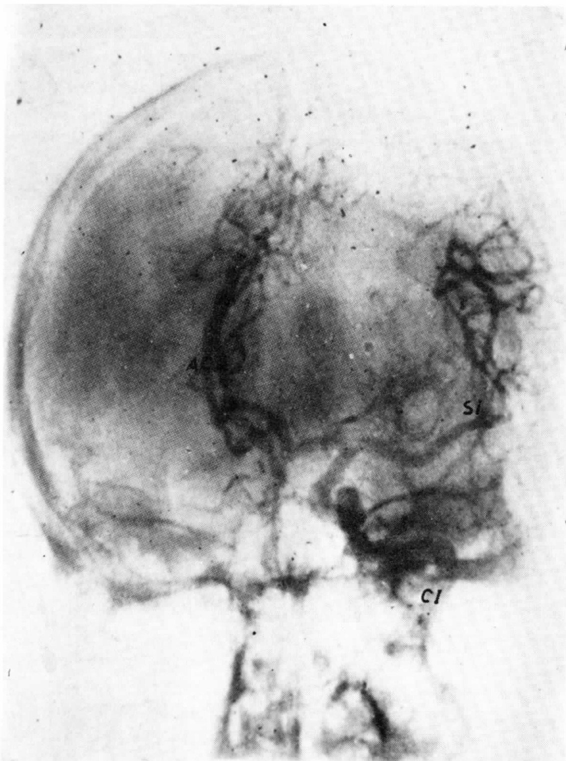


FIG. 341

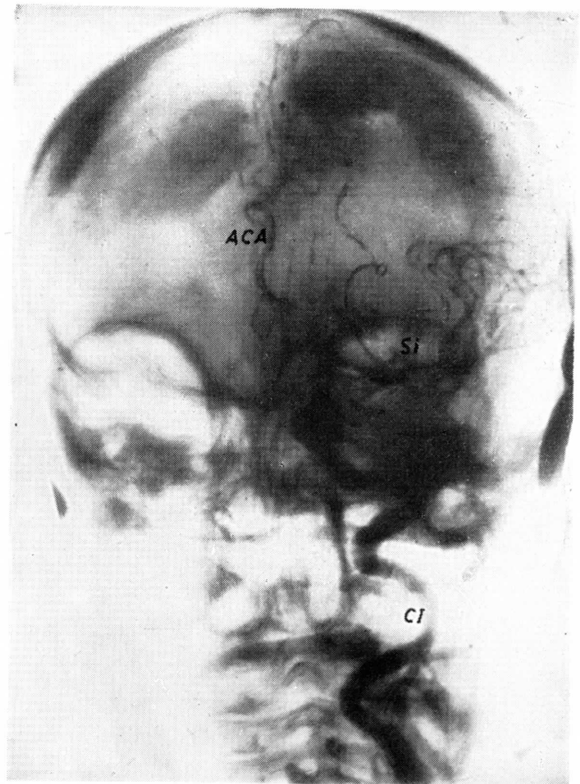


FIG. 342

FIGS. 341 y 342. — Se trata de una radiografía frontal, habiéndose inyectado la arteria carótida interna izquierda, contrastándose la red silviana de dicho lado (Si), así como la arteria cerebral anterior (ACA) de ambos lados a causa de la interconexión comunicante anterior. Nótese que en la figura 341 no hay desviación de las cerebrales anteriores hacia la derecha; en cambio, sí que la hay, y muy acusada, en la figura 342. Así se margina la situación de un tumor expansivo.

tentorio motiva el cuadro clínico llamado descerebración, en que, al quedar desconectado el cerebro, se provoca pérdida de conocimiento, mientras que el tronco encefálico, al quedar independiente, libera toda clase de reflejos extrapiramidales (véase capítulo 38).

El *enclavamiento del bulbo raquídeo* en el agujero occipital acontece, casi siempre, porque las amígdalas cerebelosas han sido empujadas hacia aquí, y actúan en cuña progresiva descendente. El paro de la respiración o su trastorno profundo, dominará en el cuadro clínico, más que el desequilibrio que provoca la compresión cerebelosa o las crisis de movimientos programados automáticos que motiva la irritación de los núcleos del puente (véase el capítulo 39).

El proceso expansivo endocraneal, determinando por empuje, enclavamientos mesencefálicos en el tentorio o bien enclavamientos del cerebelo en el agujero occipital comprimiendo el bulbo raquídeo, debe ser tratado eliminando la expansión causante o en el peor caso, desbridando la zona donde el enclavamiento ha comenzado (desenclavamientos) (capítulo 39).

CONCEPTOS A PUNTUALIZAR:

Regiones endocraneales = Regiones encefálicas. *Espacio cefalorraquídeo:* Recesos del tercer ventrículo. Prolongaciones de los ventrículos laterales. Plexos coroideos. Cisternas subaracnoideas: Cisterna magna, pontocerebelosa, basilar, interpeduncular, central, insular = silviana, pineal, ambiens. *Eje occipitometópico* = Eje pontín-quiasmático. Conmoción en dirección del eje pontín-quiasmático. *Enclavamientos expansivos endocraneales*: Enclavamiento mesencefálico en el tentorio. Enclavamiento bulbocerebeloso en el agujero occipital. Receso infundibular. Receso quiasmático. Recesos comisurales anteriores. Receso mamilar. Receso comisural posterior. Receso pineal. Encrucijada ventricular. Prolongación o cuerno temporal del ventrículo lateral. Prolongación o cuerno frontal del ventrículo lateral. Prolongación o cuerno occipital del ventrículo lateral. Acueducto mesencefálico = Acueducto de Silvio = Ductus mesencefali. Seno longitudinal superior. Seno cavernoso. Tentorio cerebeloso.

APÉNDICE

a la terminación de la obra de Anatomía Humana (Funcional y Aplicativa)

CAPÍTULO 66

REFERENCIAS SOBRE LA ORGANIZACIÓN DE LA CARRERA DE MEDICINA. ESPECIALIDADES

Terminadas las asignaturas de los dos primeros cursos de carácter fundamental en nuestra carrera de Medicina se va haciendo cada vez más patente la meta de nuestra carrera: el ENFERMO, cuyo trastorno biológico hay que resolver, aunque esté enmascarado por un estado psicológico; obsesión, a veces, que oscila entre conformidad y ansia de supervivencia.

Desde tiempo inmemorial se ha intentado resolver el *trastorno* con toda clase de procedimientos. Ya a fines del siglo pasado se había impuesto la lógica, aunque basada todavía en el empirismo. Sobre el enfermo se actuó, pues, de muy diversos modos; se obtuvieron muy diferentes resultados, pero ello era experiencia que permitió ir aclarando puntos de vista. Así, hay enfermedades cuyo significado permanece un tanto oculto y cuyo tratamiento es a base de medicamentos. Otras enfermedades, por el contrario, expresan el mal totalmente exteriorizable y su tratamiento en muchas ocasiones es quirúrgico. De esta suerte, se establecen dos agrupaciones o referencias primordiales: las enfermedades correspondientes a la Patología Interna o Médica y las de la Patología Externa o Quirúrgica. Aunque estos dos aspectos tiendan a individualizarse, nunca pueden llegar a separarse, pues las enfermedades médicas, cada vez mejor estudiadas, podrán expresar por deducción su esencia, casi tan claramente como si el trastorno fuera visible, y así algunas de ellas son susceptibles de tratamiento quirúrgico, lo mismo que las quirúrgicas lo son de tratamiento médico. Pronto se advierte en este concierto médico-quirúrgico que hay momentos y circunstancias especiales del individuo, como el caso de la mujer en su período sexual y el del niño a partir del nacimiento, cuyas perspectivas fisiopatológicas, aunque engranan con todo el conjunto, adquieren un matiz que justifica la consideración especial de enfermedades de la mujer y del niño, respectivamente. Así, se organiza alrededor del enfermo un *círculo clínico central* médico-quirúrgico, destacando como especialidades fundamentales las enfermedades de la mujer y del niño. Este círculo justifica las Instalaciones Hospitalarias, que iban apareciendo entonces, lo mismo que la constitución de Academias de Medicina que las dirigen. Así fue desarrollándose el proceso encaminado a resolver la enfermedad.

Más adelante, hacia primeros del siglo actual, el círculo clínico fundamental se ve necesitado de bases científicas. Entonces se acude a las Universidades, de las que directa o indirectamente, pronto se segregarían las Facultades de Medicina, que empezaron a considerar toda base científica, fisioquí-

mica o biológica que pudiera vigorizar el círculo clínico central indicado. Así, se crea un nuevo círculo, más alejado del enfermo que el clínico, pero más vigoroso científicamente; así también, dentro del círculo científico, y sin dejar de apuntar al enfermo, se van diferenciando nuevos puntos de vista, como son: el Anatómico, que estudia la organización del substrato, y el Fisiológico, que toma la función como centro de estudio. Puntos de vista ambos lógicamente vigorizables individualmente, pero nunca separables en el fondo de un razonamiento. Pronto se destacan otros puntos de vista, así: De la Anatomía, la organización destaca la célula como unidad relativa, lo que obliga a la consideración de la Histología claramente individualizada. Por el mismo razonamiento se llega a la consideración de la Microbiología; de la Farmacología, que aun con punto de vista independiente, se relaciona mucho con la Fisiología, al probar funcionalmente reacciones medicamentosas de un animal de experimentación y al aportar a la clínica toda reacción experimental. Decimos igual de la Terapéutica Física. Lo mismo ocurre a la Psicología, que cada vez necesita más bases de Fisiología y Anatomía, etc., etc. Distingamos, por último, la Bioquímica, que, destacada dentro de la Fisiología, se vigoriza según va fundamentando la esencia de todos los procesos vitales imaginables, acabando por ocupar la cabeza en todo grupo de estudio. Así, queda constituido, pues, un círculo de tipo fundamental a base de muchos eslabones, que son puntos de vista independizables, pero integrados en unidad hacia el enfermo.

El *círculo de materias fundamentales* indicado crece tanto que adquiere bases propias, cuya aplicación al enfermo requieren un apropiado punto de vista: es el que proporciona la materia de Patología general, encargada en *preclínica* de llevar al círculo clínico todo lo aplicativo posible del círculo científico. Esta Patología general pronto queda diferenciada, en lo que se refiere al trastorno funcional propiamente dicho, o Fisiopatología, y lo que trata del trastorno del substrato o lesión, que es la Anatomía Patológica. La Fisiopatología orienta a razonar la esencia del trastorno. La Anatomía Patológica muestra este trastorno ya encontrado irreversiblemente plasmado en el substrato.

ESPECIALIDADES

De esta suerte, aquel círculo clínico central se va vigorizando cada vez más, destacándose circunstancias patológicas en zonas cardinales de nuestro organismo, lo que justifica el que se segreguen Especialidades cardinales entre las que se encuentran la Oftalmología, la Otorrinolaringología, las enfermedades de la Piel, en fin.

Mencionemos, por último, la existencia de esas integrantes médico-quirúrgicas cuyo número y extensión varía de una Universidad a otra, en relación con la personalidad de los docentes que las pueden cubrir, pues cada uno ofrece aspectos diferentes de desenvolvimiento, si bien en todo caso, el cuadro resultante habría de integrar la unidad. En cada integrante se preocupa siempre ofrecer un programa con el número más reducido de temas de enseñanza y más seleccionado posible; también se procura disponer del máximo número de camas, siempre en relación con la medida que cada integrante deba participar en la enseñanza de una licenciatura equilibrada. Por eso, algunas integrantes del grupo de Médicas, lo mismo que las de Urgencias Quirúrgicas o de Especialidad, han de ofrecer aquí un desarrollo dominante.

Siguiendo esas referencias, el *grupo de Médicas* puede señalar algunas integrantes como:

Ese medio-interno o Nefrología, que puede ir junto a la Hematología y auto-inmunidad.

El metabolismo y endocrino (unidos o separados).

Las enfermedades cardiopulmonares.

La Gastroenterología.

La Neurología, que si se quiere puede ir junto con la Reumatología.

Las infecciosas.

Siguiendo el mismo caso, el *grupo de Quirúrgicas* puede referirse a algunas integrantes como:

La Anestesiología y Reanimación.

La Cirugía General con la Gastroenterología (que es lo clásico).

La Traumatología y Ortopedia.

La Urología.

La Cirugía Cardiopulmonar.

La Neurocirugía.

Puntos de vista que no se refieren concretamente a la curación directa del enfermo, sino a prevenir la enfermedad, conducen a la HIGIENE. Relaciones del enfermo con la Ley llevan a la MEDICINA LEGAL.

Tantas circunstancias y puntos de vista se ofrecen en la Medicina. El *círculo clínico central médico-quirúrgico,* incluyendo las *mujeres* y *niños,* es el punto de partida asistencial, teniendo en cuenta que este círculo puede uno a posteriori procurar adaptarlo a la posición que su concreta vocación le llame, en una especialidad determinada cualquiera, apuntando siempre al enfermo y, por lo tanto, integrando la unidad de nuestra compleja carrera, que mirada así, no lo resultará tanto.

Terminamos insistiendo que el entrar en la clínica después de un segundo curso de Medicina debe suponer un acusado cambio de situación, pues en todo momento hay que tener en cuenta que el enfermo, al que se acerca por primera vez, es a la par sujeto que padece y el único objeto de nuestro estudio, sin el cual no hay motivo ni fuente alguna de conocimiento médico.

CAPÍTULO 67

CONSIDERACIONES RETROSPECTIVAS HACIA LA ANATOMÍA COMO REFERENCIAS PARA LA PROFESIÓN MÉDICA, PARA LA DOCENCIA Y PARA LA INVESTIGACIÓN

Según adquiere el estudiante de Medicina sucesiva y apropiada formación, va progresando a lo largo de la Carrera. En este progreso dejará, pues, la Anatomía, junto con otras materias fundamentales, aparentemente muy por detrás de la meta sencilla y clara que le acerca al enfermo. Así ocurre, sobre todo, al considerar los problemas que la Sociedad obliga a resolver al médico con carácter apremiante, en función de un tiempo disponible, solamente guiado por un patrón de costumbres impuestas. Al lado de esto, habrán de quedar lagunas de conocimientos que la rutina impide ver y plantear. Lagunas tanto mayores cuanto más se las tenga en cuenta. Lagunas muchas veces motivadas por prescindir durante el *ejercicio* simplemente de aquellos fundamentos aprendidos al principio en materias básicas. Esto motiva la necesidad de volver retrospectivamente a la ayuda y guía que proporcionan tales fundamentos y, por lo tanto, a las materias básicas en Medicina, entre las que se encuentra la Anatomía. Sin ello no habrá ciencia médica posible.

Por lo tanto, el reencuentro retrospectivo del médico con materias fundamentales es necesario; casi siempre, desde la misma clínica, para lograr claves de problemas planteados en este campo. En contados casos, sin embargo, se hace, dejando la clínica y acudiendo a las mismas materias básicas, en las que uno se acaba especializando al abordar problemas de investigación de una manera permanente, como el mismo Estado Español también requiere.

El contacto retrospectivo del médico con la Anatomía puede hacerse, pues, en dos circunstancias: una, desde el mismo terreno de ejercicio profesional, tratando de precisar un problema clínico concreto; otra, dejando la clínica y especializándose en problemas de investigación anatómica.

Desde el terreno clínico se puede aportar sobre el problema concreto que preocupe, máxime si el caso ha terminado con la muerte. Ya sabemos que entonces procede la autopsia clínica, lo que corresponde a Anatomía Patológica, y se realiza sistemáticamente por dichos Departamentos en todos los Centros asistenciales de normal desarrollo. Con esto, el anatómico *no tiene* que ver nada directamente, pues la naturaleza de la lesión, que es lo que se busca, no es de su incumbencia. Otra cosa es cuando se necesite una localización precisa (lo mismo macroscópica que microscópica) o bien se precise conocer el estado de transformación del substrato visceral de fondo, pues

ello es problema aparte de la naturaleza de la lesión y permite concretar el estudio fisiopatológico del caso. Cuando el anatomopatólogo realiza la autopsia clínica, concede preferente interés a las vísceras, a las que aborda en orden topográfico, en las cavidades donde se encuentran contenidas. Así, suele empezarse por el endocráneo (pasando después al raquis y su contenido si las circunstancias clínicas lo exigen). Tras este comienzo, motivado por facilidades de manipulación, se sigue después con el contenido de la cavidad torácica cuyas vísceras ofrecen el máximo interés clínico a causa de su significado vital apremiante. Después se pasará a las vísceras de la cavidad abdominal y pelviana. En estos procederes, el anatomopatólogo da preferencia a aquellos rasgos de naturaleza de lesión, que merecen ser destacados. El anatómico, pues, no participa en esto, a no ser que se planteen problemas precisos de topografía de lesión, como sería el caso del sistema nervioso central, o bien de barreras de transición entre tejido normal y enfermo, ya que la lesión puede ofrecer entonces límites de dificultad tal que sea necesario topografiar con la mayor precisión posible ese tránsito gradual entre el tejido sano y el enfermo. A estos efectos el anatómico proporciona técnicas reconstructivas, que incluyen en amplio bloque la zona problema, para después reducirla a cortes seriados panorámicos, cuyo estudio macro y microscópico se hace por contraste histológico, reconstruyéndolo después tridimensionalmente por el clásico método de Born.

El anatómico también puede aportar sobre estados de transformación del substrato de cualquier víscera del caso que corresponde, aunque la víscera no esté afectada aparentemente por lesión alguna. A estos efectos, se acude al aspecto de transformación progresivo-regresiva del substrato de aquellas vísceras, pues no dejan de estar afectadas por un trastorno metabólico directo o indirecto. Podríamos referirnos al hígado como primer ejemplo. Lo mismo diríamos del riñón y, algo parecido, de la glándula adrenal. Estados de transformación de otros substratos viscerales pueden estudiarse, pero entonces su indicación se haría patente según el caso clínico que correspondiese.

La ESPECIALIZACIÓN EN ANATOMÍA significa el sumergirse en sus problemas, dándoles importancia preferente para contribuir al mejor conocimiento de la organización en el sano y en el enfermo. Entonces se puede referir uno a la investigación.

La Anatomía ofrece problemas propios de investigación, tanto más palpitantes cuanto más relación guarda con el problema vital de nuestro organismo. De ellos hay algunos que no pueden relegarse a otros campos, como son los aspectos desencadenados experimentalmente, de *transformación de un substrato* para deducir su estado funcional, su requerimiento, su finalidad, su capacidad, su potencia en desarrollo; en fin, todo aquello que contribuya al mejor conocimiento de la organización del vivo en pleno rendimiento.

A este propósito, los aspectos de transformación pueden referirse a los organizadores embrionarios, a los primordiums orgánicos a lo largo del desarrollo y a los mismos substratos orgánicos adultos.

Los ORGANIZADORES son disposiciones embrionarias no definibles morfológicamente, sino por su esencia bioquímica ribonucleica y por sus efectos de inducir organización a su alrededor. Bien es sabido que los organizadores fundamentales asientan en aquellas zonas embrionarias que más tardaron en diferenciarse y que más capacidad multipotencial poseen. A este fin tengamos en cuenta el organizador primitivo del nudo embrionario y los organizadores que derivan de él, de tipo epiblástico o formativo e hipoblástico o nutritivo, que van a regir la diferenciación sucesiva.

Los especialistas en embriología experimental pueden hablar de esto suficientemente, si bien tales conceptos ya se aceptan como fundamentos de la organización y llevan a técnicas que permiten detectar transformaciones histoquímicas sucesivas en los tejidos sometidos a una normal influencia organizadora.

Los PRIMORDIUMS son representaciones primitivas de órganos del adulto; tales son los somitas, representantes de los metámeros; los arcos branquiógenos, representantes de importantes organizaciones cefálicas. En cuanto a los primordiums viscerales esplácnicos, se destacan zonas determinadas (hepáticas, cardiopulmonares, nefrales, etc.).

Estos primordiums han ofrecido ya cierta diferenciación gracias a la acción de los organizadores primitivos. Después siguen expresando capacidad organizatriz hasta que llegan a órganos definitivos. Entre tanto, transcurre un período que incumbe a la Anatomía y que mediante técnicas de embriología experimental e histoquimia debe ser investigado.

En cuanto a TRANSFORMACIONES DEL ADULTO, debemos de referirnos, ante todo, a los sistemas que han recibido las postreras capacidades ordenatrices de los primordiums y, por lo tanto, de los organizadores. Tal es el caso del *sistema neuroendocrino* del adulto a partir de la hipófisis, irradiándose por el sistema incretor visceral (suprarrenal, tiroides, genitales, etc.), y por el sistema hematoencefálico (como son los allocortex, órganos circunventriculares, plexos coroideos). Todos estos órganos son estudiados histoquímicamente después de haber sido sometidos a transformaciones desencadenadas experimentalmente a partir de un determinado desequilibrio.

Tenemos el caso del *sistema nervioso central*, que mediante una lesión experimental en una vía determinada (por estereotaxis casi siempre) desencadena estados de transformación progresivo-regresiva a lo largo de la vía nerviosa en forma de un *rastro degenerativo* secundario o walleriano. Todo esto controlado por electroencefalografía y por el déficit de la motilidad del animal utilizado.

Tenemos, en fin, el *sistema circulatorio* y, en concreto, el corazón, que ofrece para el anatómico estados de transformación progresivo-regresiva, como es la evolución de la barrera topográfica de los *infartos* motivados por alteraciones experimentales del riego, sobre todo referido a los sistemas de excitoconducción; todo ello controlado electrocardiográficamente, destacando los bloqueos resultantes.

Así podríamos continuar refiriendo muchos otros estados de transformación donde técnicas standard pueden ir proporcionando conocimientos útiles, desde la histoquimia y técnicas reconstructivas estereométricas, tanto en organizaciones macro y microscópicas corrientes, como en las ultraestructuras del microscopio electrónico. En todo centro anatómico la investigación que se organiza ofrece fundamentos parecidos, pues todos hemos bebido de las mismas fuentes. Después, las circunstancias han hecho a cada uno aprovechar posibilidades concretas.

La *Histoquimia* ha progresado mucho en la actualidad y constituye una materia de estudio independiente que permite precisar aspectos concretos de actividad del substrato, perfectamente localizables. Mientras tanto, de aquí mismo, surgen nuevos métodos de estudio, que se van imponiendo, como el de la *Fluorescencia*, capaz de detectar cadenas amínicas (catecolaminas, serotoninas); el de los *Radioisótopos*, que por autorradiografía microscópica precisa substratos de metabolismo de algunos oligoelementos y aminoácidos marcados; el de la *Microscopía Electrónica* en fin, que aproxima la Microscopía Electrónica y la Ultraestructura y por lo tanto, el substrato y la función en su esencia, logrando una unidad de extraordinario alcance.

El metabolismo de radioisótopos a la Microscopía Electrónica (después de haberlo hecho a la Microscopía de Luz), es el medio que más horizontes esperanzadores, ofrece hoy a la Investigación experimental. El Tritio, el Zinc-65, y distintos tipos marcados de Leucina, están ofreciendo fundamentalmente, aspectos metabólicos objetivos en manos de algunos Institutos de Investigación. En este Departamento de Zaragoza el Zinc-65 empieza a ser localizado (VERA GIL) en zonas críticas de metabolismo de hidratos de carbono relacionable con la Insulina, hallazgos ya señalados anteriormente por otros procederes (SARRAT, 1972). Lo mismo ocurre con la Leucina marcada, localizable en sinapsis múltiples del complejo manto-cerebral (Instituto de Investigaciones Cerebrales de MUNICH que aquí aplica MARTÍNEZ MILLÁN, trazando así un camino relacionable con el que corresponde a la corriente nerviosa.

Aparte, y por encima de todo esto, está el problema de esa *enseñanza de Anatomía*, cuyo único propósito sea el integrarse en

la *enseñanza de Medicina.* Ello obliga a sentir siempre la unidad y a inculcarla en el alumno aprovechando todas las oportunidades. Los capítulos de la presente obra, en sus tres volúmenes, quieren orientar ese fin, pretendiendo que el conocimiento anatómico lo vaya aceptando el alumno a la par que su apropiada reacción hacia la meta médica.

Í N D I C E S

ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO

Capítulos

ABEL, J. J., C. A. ROUILLER y E. M. K. GEILING, 1923. — Further investigations on the oxytocicpressor diuretic principle of the infundibular portion of the pituitary gland. «J. Pharmacol.», London, 22, 289-316 35

ACHER, R., J. CHAUVET, y G. OLIVRY, 1956. — Sur l'existence éventuelle d'une hormone unique neurohypophysaire. I. Relations entre l'oxytocine, la vasopressine et la proteine de van Dyke extraites de la neurohypophyse de boeuf. II. Variations des teneurs en activités oxytocique et vasopressique de la neurohypophyse du rat au cours de la croissance et de la reproduction. «Acta biochem. biophys.», 22, 421 35

ACHER, 1958. — Etat naturel des principes ocytocique et vasopressique de la neurohypophyse. In 2. Internat. Sympos. über Neurosekretion S. 71-79. Lund. Berlín-Göttingen Heidelberg: Springer. 35

ADRIAN, E. D., y K. UMRATH, 1929. — The impulse discharge from the Pacinian corpuscles. «J. Physiol. Lond.», 68, 139-154 .... 44, 59

ADRIAN, E. D., y K. UMRATH, 1943. — Afferent areas in the cerebellum connected with the limbs. «Brain», 66, 289-315 31

AKERT, K., y B. ANDERSSON, 1951. — Experimenteller Beitrag, zur Physiologie des nucleus caudatus. «Acta physiol. Scand.», 22, 281-298 .... 41, 50, 58

AKERT, K., y O. J. ANDY, 1953. — Experimental studies on the Ammon's formatio in cats and monkeys. «Trans. Amer. neurol. Ass.», 194-197 .... 42, 58

ALBARRACÍN-FLORES, A., 1957. — Aportaciones al estudio de las lobectomías experimentales. «Tesis Doctoral» 49

ALEXANDER, L., 1942. — The vascular supply of the striopallidum. «Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis.», 21 58

AMAT, P., 1962. — Reconstrucción de un encéfalo de gato con láminas de plástico. «An. Anat.», 11, 399-416 62

AMAT, P., 1963. — Stereometriche Rekonstruktionen auf dem Gebiet der vergleichenden Neuroanatomie. «Firts International Congress for Sterology». Wien. 62

ANAND, B. K., S. DUA y G. S. CHINA, 1958. — Higher nervous control over food intake. «Indian Jour. Med.», 46 42

BARCROFT, J., y D. H. BARRON, 1939. — Movement in the mammalian foetus «Ergebn. Physiol.», 42 45

BARD, P., y V. B. MOUNDCASTLE, 1948. — Some forebrain mechanisme involve in expresion of rage with special reference of suppresion of angry behavior. «Resc. Publ. Ass. Ner. Ment. Dis.», 27 41

BARGMANN, W., 1949. — Über die neurosekretorische Vernüpfung von Hypothalamus und Neurohypophyse. «Z. Zellforsch.», 34, 610-634 35

BERNHARD GETZ y TOLLAK SIRNES, 1949. — The localization within the dorsal motor vagal nucleus. «J. com. Neur.», 35 18

BODECHTEL, G., 1965. — Diagnostic Différentiel des Maladies Neurologiques. Trad. Ed. Din., París 48

Capítulos

BOLK, L., 1906. — Das cerebellum der Säugetiere. Gustav-Fischer. Jena 30

BONN, G. V., y P. BAILEY, 1947. — The Neocortex of Macaca mulatta. Univ. Illinois Press. Urbana III 45

BOTELLA, J., 1951. — La surrénale sexuelle. «Congres International Jubilaire de la Societè Francaise de Gynècologie», Paris, 1-15 36

BOTELLA, J., 1956. — Endocrinología de la mujer. «Editorial Científico-Médica». Barcelona 36

BREMER, F., y DOW, R. S., 1939. — The cerebral acoustic area of the cat. A combined oscilographic and cytoarchitectonic study. «J. Neurophysiol.», 2 47

BRODAL, A., 1940. — Experimentelle Untersuchungen über die olivocerebellare. Lokalisation. «Ztsch. Ges. Neurol. Psychiat.», 169, 1-153 32

BRODAL, A., 1957. — The Reticular Formation of the brain stem. Anatomical aspects and functional correlations. Oliver Boyd. Edimburgh y London 19

BROCKHAUS, H., 1938. — Zur normalen und pathologischen Anatomie des Mandelkerngebietes. «Jour. f. Psychol u. Neur.», 49 .... 43, 48

BRODMANN, K., 1909. — Vergleichende. Localisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien angestellt auf Grund des Zellenbaus. Leipzig. J. A. Barth. 45

BUCY, P. C., 1924. — The precental motor cortex. Urbana III, University of Illinois Press 46, 57

CAJAL, S. RAMÓN, 1900. — Studien über die Hirnrinde des Menschen. Trans. by J. Belser. Leipzig. J. Belser. Leipzig. J. A. Barth. 5 Hefte 44

CAJAL, S. RAMÓN, 1909. — Histologie du Systeme nervoux de l'home et des vertebres. Paris. Maloin 44, 50

CAJAL, S. RAMÓN, 1913. — Estudios sobre la degeneración y regeneración. Madrid. Hijos de Nicolás Moya 62

CALATAYUD MALDONADO, V., 1961. — Aportaciones al conocimiento de la actividad bioeléctrica en neocortex y allocortex tras influencia gonadal. «An. Anat.», 10, 73-109 43

CAMMERMEYER, J., 1947. — The histochemistry of the human area postrema. «J. comp. Neurol.», 90, 121 24

CARPENTER, M. B., y G. H. STEVENS, 1957. — Structural and functional relationships between the deep cerebellar nuclei and the brachium conjunctivum in the rhesus monkey. «J. comp. Neurol.», 107, 109-163 31

CASTRO, F. DE, 1950. — Die normale Histologie des peripheren vegetativen Nerveusystems. Das Synapsen - Problem: Anatomisch - experimentelle Untersuchungen. «Verhandl. Deutsch. Ges. J. Path.», 12, 1962 12

CLARK, D. A., J. HUGHES y H. S. GASSER, 1935. — Afferent function in the group of nerve fibers of slowest conduction velocity. «Amer. J. Physiol.», 114. 60

CLARK, W. E., LE GROS, 1958. — The connexions of the frontal lobes of the brain. «Lancet», 254, 353 49

CLARK, W. E., LE GROS, 1932. — The structure and connections of the thalamus. «Brain», 55 38

CLARK, G., H. W. MAGOUN y S. W. RANSON, 1939. — Hypothalamic regulation of body temperature. «J. Neurophysiol.», 2 37

CLARK, G., H. W. MAGOUN y S. W. RANSON, 1939. — Temperature regulation in cats with thalamic lesions. «J. Neurophysiol.», 2 37

CROSBY, E. C., y T. HUMPHREY, 1941. — The nuclear pattern of the anterior olfatory nucleus, tuberculum olfatorium and the amydaloid complex in adult man. «J. comp. Neurol.», 74 48

CROSBY, E. C., y T. HUMPHREY, 1944. — The amygdaloid complex in the Shrew. «J. comp. Neurol.», 81 .... 43, 48

Mc CULLOCH, W. S., 1943. — Interareal interaction of the cerebral cortex. En Bucy, P. C. 44

Mc CULLOCH, W. S., 1948. — Some connections of the frontal lobe establisher by physiological neurography. «Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis.», 27, 95 .... 49, 63

DANIEL, P. M., y M. L. PRICHARD, 1956. — Anterior pituitary necrosis. Infarction of the pars distalis produced experimentally in the rat. «Quart. J. exp. Physiol.», 41, 215-229 35

Capítulos

DENNY-BRONWN, D., 1929. — The histological, feactures od striped muscle in relation to its funtional activity. «Proc. Roy Soc.», 104 14

DIEPEN, R., F. ENGELHARDT y V. SMITH-AGREDA, 1954a. — Sobre el lugar y manera del origen de la neurosecreción en el sistema supraóptico-hipofisario. «An. Anat.», 3, 83-90 35

DIEPEN, R., F. ENGELHARDT y V. SMITH-AGREDA, 1954b. — Über Ort und Art der Entstehung des Neurosekretes im supraoptico-hypophysären System bei Hund und Katze. «Anat. Anz. Erg. Bd.», 101, 27-288 35

DIEPEN, R., 1962. — Hypothalamus. IV, Bd. des Handbuch der Mikroskopischen Anatomie des Menschen. W. v. Möllendorf, Berlin-Göttingen-Heidelberg Springer. 35

DOALEWER, J. FORTUNI y R. STEFENS, 1951. — On the anatomical relation of the intralaminar and midline cells of the thalamus. EEG. «Clin. Neurophysiol.», 3, 393 39

DOW, R. S., 1935. — The relation of the paraflocculus to the movements of the eyes. «Amer. J. Physiol.», 113 31

DOW, R. S., 1936. — The fiber connections of the posterior part of the cerebellum in the rat and cat. «J. comp. Neurol.», 68 31

DU BOIS, F. S., 1929. — The tractus solitarius and nucley in the Virginia Opposum. «J. comp. Neurol.», 47 24

DUSSER DE BARENNE, J. G., y W. S. MC CULLOCH, 1938. — Functional organization in the sensory cortex of the monkey (Macaca mulata). «J. Neurophysiol.», 1, 69 47

DUSSER DE BARENNE, J. G., y W. S. MC CULLOCH, 1941. — Supresions of motor response ontained from area 4 by stimulation of area 4s. «J. Neurophysiol.», 3, 311 50

DUSSER DE BARENNE, J. G., W. H. GAROL y W. S. MC CULLOCH, 1942. — Physiological neuronography of the cortico-striatal connections. «Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis.», 21, 246 62

ECCLES, J. C., MASAC ITO, JANOS SZENTAGO-HAI, 1967. — The Cerebellum as a Neuronal Machine. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York 33

ECCONOMO, V., 1929. — Der Zellaufbau der Grosshirnrinde und die progresiva Cerebration. «Ergebnisse der Physiologie» 41, 43

ENGELHARDT, F., 1956. — Über die Angioarchitektonik der hypophysär-hypothalamischen Systeme. «Acta neuroveg.», 13, 129-170 35

ESCOLAR, J., 1948. — The afferent connections of the 1 st. 2 ud and 3rd. cervical nerves in the cat. Analysis by Marchi and Rasdolsky. «J. comp. Neurol.», 89, 79 .... 15, 24

ESCOLAR, J., 1949. — Aportaciones al estudio del núcleo centrum medianum de Luys. «Actualidad Médica», 35, 689 .... 38, 60

ESCOLAR, J., 1949. — Contribución al estudio de las terminaciones sensibles del vago. «Actualidad Médica». Granada 24

ESCOLAR, J., 1949. — The afferent connections of the apical coclear fibers in the cat. An analysis by Marchi and Rasdolsky methods. «International Anatomical Congress», Oxford 24

ESCOLAR, J., 1949. — La terminación central de las fibras apicales del caracol. «Actualidad Médica», Granada 24

ESCOLAR, J., 1950. — Aportaciones al estudio del núcleo espinal y sus conexiones aferentes reflejas. «Actualidad Médica», 26, 585-588 24

ESCOLAR, J., 1951. — Representación de un nuevo aparato estereotáxico para encéfalo humano. «Rev. Esp. de Oto. Neuro-Oftalmolofía». Valencia 55

ESCOLAR, J., 1951. — Aportaciones a la estereotaxis encefálica experimental. «Clínica y Laboratorio», 308 62

ESCOLAR, J., 1953. — Beitrag zur Bestimmung der Lage von Hirnzentren mittels eines Koordinatensystems. «Verhand. der Anat. Gesells.», 51, Vers. 114 55

ESCOLAR, J., 1953. — Contribución a la variabilidad craneoencefálica de la base. VII Congreso de la Sociedad Luso-Hispano-Americana de Anatomía 55

ESCOLAR, J., 1953. — El cateterismo encefálico humano. Pbl. C.S.I.C Madrid 55

ESCOLAR, J., 1954a. — Aportaciones a la topometría encefálica comparada. «An. Anat.», 3, 171-186 .... 55, 62

Capítulos

ESCOLAR, J., 1954b. — Beitrag über die Architektonie des Komplexus amigdalae. «Verhandl. Anat. Gesell.», 52, Vers. ... 43

ESCOLAR, J., 1955. — Contribución al conocimiento de las conexiones del Sistema Nervioso Central mediante el estudio de la actividad bioléctrica. «An. Anat.», 4, 5-20 ... 62

ESCOLAR, J., 1956. — Neuroendocrine Reaktion bei dem partialem Stereotaxis des Hypothalamus und Hypophyse. 53. Vers. Anat. Gesell. Estocolmo ... 35

ESCOLAR, J., 1958. — El complejo amigdalino en el Gálago Demidovii. «An. Anat.», 7, 227-238 ... 43, 48

ESCOLAR, J., 1959. — El complejo amigdalino en relación con el allocortex, considerado ontogénica y filogénicamente. «An. Anat.», 8, 215-232 ... 48

ESCOLAR, J., 1959a. — Aportaciones al desarrollo del uncus. Trabajos del Instituto Cajal ... 48

ESCOLAR, J., 1959b. — Das Mandelkernkomplex in Beziehung zum allocortex. «Verhandl. Anat. Gesell» ... 48

ESCOLAR, J., 1960. — Reconstrucciones estereométricas en Anatomía con láminas de plástico. Un modelo de Tupaia glis a 75 ×. «An. Anat.», 9, 413-432 ... 62

ESCOLAR, J., 1962a. — Reconstrucción estereométrica de un encéfalo humano a 10 × (capacidad demostrativa del material plástico Schaumstoff). «An. Anat.», 11, 5-26 ... 62

ESCOLAR, J., 1962b. — Topografía encefálica considerada ontogénica y filogénicamente. (Una aproximación de las bases topográficas en la estereotaxis clínica y experimental.) «An. Anat.», 11, 213-280 ... 55, 62

ESCOLAR, J., 1963a. — Die Rekonstruktionsverfahren in der Biologie. Primer Congreso. Publicaciones de la International Society of Stereology. Wien ... 62

ESCOLAR, J., 1963b. — El espacio perforado anterior de la base del cerebro. (Su organización como zona de confluencia. Estudio ontogénito y comparativo con miras a la experimentación.) «An. Anat.», 12, 197-216 ... 53

ESCOLAR, J., 1964a. — Arquitectonía, topometría y radiografía a nivel del segmento crítico de inflexión diencéfalo-mesencefálica en el hombre. «An. Anat.», 13, 5-84 ... 55

ESCOLAR, J., 1964b. — Aportaciones a la organización de la corteza cerebral profunda como substrato de funciones del instinto. «Clínica y Laboratorio» ... 41, 43

ESCOLAR, J., y J. SMITH-AGREDA, 1957. — Folgen von Kastrationen kombiniert mit experimentellen Hypophysenläsionen. «Anat. Anz. Erg.-Bd.», 104, 375-381 ... 35

ESCOLAR, J., y J. SMITH-AGREDA, 1965a. — Aportaciones a la interrelación del allocortex. «An. Anat.», 14, 225-250 ... 16, 41, 43

ESCOLAR, J., y J. SMITH-AGREDA, 1966. — Beziehungen zwischen der Formatio reticularis telencephalica und dem allocortex während der Entwicklung. VIII. «Internationaler Anatomen-Kongress». Wiesbaden. Anat. Anz.», 118, 463-468 ... 16, 41, 43

ESCOLAR, J., J. SMITH-AGREDA e I. VELASCO, 1965c. — Allocortex basal. (Quelques observations sur l'organisation.) «Bull. Ass. Anat.», 125, 556-573 ... 16, 41

ESCOLAR, J., J. SOLER, F. REINOSO, V. SMITH-AGREDA y P. AMAT, 1957. — Aportaciones a la dinámica neuroendocrina expresada en transformaciones del substrato anatómico. «An. Anat.», 6, 5-110 ... 35

ESCOLAR, J., J. SALDAÑA, J. L. ESCOLAR (Jr.) y P. MESTRES, 1969. — Die experimentelle Hirneinklemmung in der F.R.S.D. des Frontalpols. «Verh. Anat. Ges. (Jena)», 63, 489-500 ... 58

ESCOLAR, J., 1970a. — Die Basis des Frontalpols mit der Formatio reticularis-striodiagonalis als Bezugsstruktur der experimentellen Dyskinesien. «Verh. Anat. Ges. (Jena)», 64, 223-233 ... 58

ESCOLAR, J., 1970b. — Die organisation der F. R. zwischen Striopallidum und Diagonal-bandes in Beziehung zu experimentellen Diskinesien. «Verh. Anat. Ges. (Jena)», 65 (en prensa) ... 58

ESCOLAR, J., J. L. ESCOLAR-CASTELLÓN, J. R. VALDIZAN, A. LOBO y J. L. LANCHO, 1972. — La formación reticular de la base cerebral relacionable con el mecanismo de excito-conducción y repolarización cardiaca. «An. Anat.», XXI, 53, 233-244 ... 59

Capítulos

ESCOLAR, J., J. L. ESCOLAR-CASTELLÓN y J. R. VALDIZAN, 1972. — Beziechung zwischen experimentellen Läsionen am Katzenhirn und Ihrem nachfolgenden vegetativen Störungen. «67 Versammlung der Anatomischen Gesellschaft in Köln». (20-24 marzo) 59

ESCOLAR, J., J. L. ESCOLAR-CASTELLÓN y J. R. VALDIZAN, 1973. — Das Zwischenhirn und seine experimentelle Störungen in Bezug auf die Atmungs und Herzfunktion. «68 Versammlung der Anatomischen Gesellschaft in Lausanne» 59

ESCOLAR, J., J. L. ESCOLAR-CASTELLÓN y J. R. VALDIZAN, 1973. — Subthalamaus and circulatory apparatus 3 th european anatomical Congress. Manchester 59

ESCOLAR-CASTELLÓN, J. L., 1967. — Enclavamientos experimentales parcelarios del mesencéfalo. (Aportaciones al síndrome clínico de descerebración). «An. Anat.», XVI, 39, 445-523 .... 19, 59

ESCOLAR-CASTELLÓN, J. L., y D. MUÑOZ, 1971. — Die Organisation des Mittelhirns in Beziehung zur experimentellen vegetative Störungen. «65. Versammlung der Anatomischen Gesellschaft Anatomischer Anzeiger», 128, 433-440 .... 19, 59

FEDERICO, A., 1959. — Aportaciones al estudio de las vías trigeminales primarias. «An. Anat.», 8, 129-156 24

FERNÁNDEZ-ORTEGA, I., 1968. — Organización del tálamo humano en desarrollo. «An. Anat.», 17, 289-357 38

FERNÁNDEZ-ORTEGA, I., 1969. — Relación entre positividad neuronal por el luxol-fast-blue y maduración cronológica de los centros talámicos en el hombre. «An. Anat.», 18, 27-35 38

FERNÁNDEZ RUBIO, F., 1955. — Aportaciones al conocimiento de la actividad bioeléctrica espontánea de la corteza cerebral. «An. Anat.», 4, 143-159 39

FERRES-TORRES, E., 1962. — Aportaciones al conocimiento del allocortex ammónico como substrato de función amortiguadora dentro de la dinámica cerebral. «An. Anat.», 11, 473-530 48

FLECHSIG, P., 1876. — Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. Engelmann, Leipzig 44, 45, 62

FISCHEP, C., W. R. INGRAM y S. W. RANSON, 1938. — Diabetes insipidus and the neurohormonal control of water balance; a contribution to the structure and function of the hypothalamico-hypophysial system. «Ann. Arbor: Edwards Brothers» 35, 36

FOREL, A., 1877. — Untersuchungen über die Haubenregion und ihre oberen Verknüpfungen im Gehirn des Menschen und einiger Säugetiere mit Beiträgen zu den Methoden der Gehirnuntersuchung. «Arch. Psychiat. Nervenkr.», 7, 393-495 39

FRENCH, T. D., F. K. v. AMERONGEN y H. W. MAGOUN, 1952. — An activating system in brainstem of monkey. «Arch. Neurolyg. Psychiat.» (Chicago), 68, 577-590 39

FULGOSI, B., 1956. — Aportaciones al estudio de las vías piramidales. «An. Anat.», 5, 105-118 57

FULTON, J. F. F., 1949. — Functional localization in the frontal lobes and cerebellum. Oxford. «Clarendon Press» 49

GARCÍA REQUENA, L., 1957. — Aportaciones al wallerianismo producido por estereotaxis frontal en el gato. «An. Anat.», Tesis Doctoral 57

GAROL, H. W., y P. C. BUCY, 1944. — Supression of motor response in man. «Arch. Neurol. Psychiat.», Chicago, 51, 558 50

GARRIDO YÁÑEZ, J., 1953. — Wallerianismo a partir de los colículos superiores. «An. Anat.», 2, 337-354 .... 16, 21

GLOOR, P., 1960. — Amigdala. En Field y Col., «Handboocks of Physiology Neurophysiology», Vol. II, American Physiological Society, Washington 43, 48

GONZÁLEZ CARRASCOSA, R., 1958. — Regeneración de la hipófisis con los desequilibrios hormonales. «An. Anat.», 7, 325-345 36

GONZÁLEZ CARRASCOSA, R., 1960. — Estudio anatómico radiográfico y sintomático de las lesiones producidas en los ganglios basales. «An. Anat.», 9, 583-609 58

GONZÁLEZ VIDA, S., 1956. — Aportaciones a la estereotaxis del tegmento. «An. Anat.», 5, 261-272 21

GONZALO, J., 1945. — Dinámica cerebral. Madrid. Editada por el C.S.I.C. 47

Capítulos

GONZALO SANZ, L. M., 1954. — Aportaciones al estudio de la actividad cerebelosa en la actividad bioeléctrica del encéfalo. «An. Anat.», 3, 275-296 ... 48
GRANIT, R., 1955. — Receptors and sensory perception. Yale Univ. Press, New Haven ... 59
GREEN, J. D., 1957a. — Rhinencephalic lesions and behavior intacts. An analysis of the Klüver-Bucy syndrome with particular reference to normal and abnormal sexual behavior. «J. comp. Neurol.», 108, 505-545 ... 43, 48
GREEN, J. D., C. D. CLEMENTE y J. DE GROOT, 1957b. — Experimentally induced epilepsy in the cat with injury of cornu ammonis. «Arch. Neurol. Psichiat.» (Chicago), 78, 259-263 ... 48
GUIJARRO VERDE, C., 1957. — Wallerianismo descendente tras resecciones del polo posterior. «An. Anat.», Tesis Doctoral ... 61
GUIOTT, G., y S. BRION. 1958. — Della chirurgie des Syndromes Parkinsoniens. «B. M. Soc. Med. Hop.», 74, 391-396 ... 58
GUIRAO PÉREZ, M., 1953. — Wallerianismo precoz por lesiones medulares. «An. Anat.», 2, 271-290 ... 15
HARRISON, J. M. y LYON. 1957. — The role of the septal nuclei and components of the fornix in the behavior of the rat. «J. comp. Neurol.», 108, 121-137. 42
HASSLER, R., 1959. — Anatomy of the thalamus. Introduction to stereotaxis with an atlas of the human brain 1, 230-290, ed. by G. Schaltenbrand and P. Bailey Thieme, Stuttgart ... 38
HERRICK, C. J., 1910. — The morphology of the forebrain in amphibie and reptilia. «J. comp. Neurol.», 20, 413-547 ... 41
HERRICK, C. J., 1924. — Origin and evolution of the Cerebellum. «Arch. Neur. Psychiat.», 11 ... 30
HERRICK, C. J., 1925. — The optic tectum of the frog. «J. comp. Neurol.», 39, 433. 21
HERRICK, C. J., 1933. — The amphibien forebrain. VI Necturus. «J. comp. Neurol.», 58, 1-288 ... 41
HESS, W. R., 1932. — Die Methodik der lokalisierten Reizung und Ausschaltung subcorticaler Hirnabschnitte. Leipzig. G. Thieme ... 39, 41
HESS, W. R., 1932. — Hypothalamus und Thalamus. Georg-Thieme, Stuttgart ... 39
HESS, W. R., 1946. — Vegetative Funktionen und Zwischenhirn. Basel. Schwabe ... 39, 41
HESS, W. R., S. BURGI y V. M. BUCHER, 1946. — Motorische Funktion des Tektal und Tegmentalgebietes. «Mschr. Psychiat. Neurol.», 112, 1-52 ... 50
HILD, W., y G. ZETTLER, 1952. — Vergleichende Untersuchungen über das Vorkommen der Hypophysenhinterlappenhormone im Zwischenhirn einiger Säugetiere. «Dtsch Z. Nervenheilk», 167, 205-214 ... 35
HILPERT, P., 1928. — Der Mandelkern des Menschen. Cytoarchitecktonik und Faserverbindungen. «Jour. Psychol. u. Neur.», 36 ... 43
HINES, M., 1937. — The motor cortex. «Johns Hopk-Hosp. Bull.», 60-613 ... 50
HIRT, A., 1928. — Über den Aufban des Spinalganglions und seine Beziehungen zum sympathicus. «Zeitschr. für Anatomie und Entw.», 87 ... 13
HOCHSTETTER, F., 1910. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Gehirns. I. Teil. Wien. und Leipzig ... 12, 62
HORSLEY, V., y R. H. CLARKE, 1908. — The structure und functions of the cerebellum examined by a new method. «Brain», 31, 45 ... 62
INGUAR, S., 1918. — Zur Phylo und Ontogenese des Kleinhirns. «Folia Neurobiologica», 11 ... 30
JANSEN, J., 1958. — Das kleinhirn. En Handbuch der microskopischen Anatomie des Menschen 4/2 ed by W. v. Möllendorff and W. Bargman. Springer. Berlin ... 30
JASPER, H. H., y C. AJMONE-MARSAN, 1952. — Thalamocortical integrating mechanisms. «Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis.», 30, 493-512 ... 47
JIMÉNEZ-HURTADO, J., 1953. — Aportaciones a la sistematización nigrífuga. «An. Anat.», 2, 109-130 ... 21
KAHLE, W., 1956. — Zur Entwicklung des menschlichen Zwichenhirnes. «Dtsch. Z. f. Nervenheilk», 175, 259-318 ... 38
KAPPERS, A. C. U., 1932. — Principles of development of the nervoux system (neurobiotaxis). En Cytology and cellular pathology of the nervoux system. Ed. by W. Penfield 1, 43-89. Hoeber. New York ... 12

Capítulos

KAPPERS, A. C. U., C. C. HUBER y E. C. CROSBY, 1936. — The comparative Anatomy of the nervoux system of vertebrates including man. Macmillan. New York. 62
KORNMÜLLER, E. A., 1932. — Bioelecktrischen Charakteristika architektonischer Felder der Grosshirnrinde. «Pschiatr. neur. W. Schr.», 34, 3 44
KORNMÜLLER, E. A., 1947. — Die Elemente der nervösen Tätigkeit. Stuttgart. G. Thieme 12, 44
KRACHT, J., 1953. — Über die Regulation des Ausschüttung des thyreotropen und corticotropen Hormonen. «Verh. Deutsch. Ges.», 59, 110-114 36
KRACHT, J., 1953. — Über Wechselbeziehungen zwischen Nebennierenrinden und Schilddrüse im Tierexperiment. «Deutsch. Ges. Path.», Freiburg 36
KUMMER, B., 1959. — Bauprincipen der Säugerkeletes. Georg-Thieme. Stuttgart 54
LIDDELL, E. G. T., 1941. — Physiological psychology. «Ann. Rev. Physiol.», 3........ 47
LIDDELL, H. S., W. T. JAMES, O. D. ANDERSON, 1934. — The comparative physiology of the conditioned motor reflex based on experiments with the pig, dog, sheep, goat and rabbit. «Comp. Psychol. Monogr.», 2 48
LÓPEZ ALANIS, A., 1957. — Aportaciones a las transformaciones progresivo-regresivas del substrato suprarrenal-neurohipofisario. «An. Anat.», 7, 379-406 36
LÓPEZ DE LA TORRE, M., 1950. — Aportaciones al estudio de las vías vestibulares secundarias. Tesis Doctoral. Inédita 20
LÓPEZ DE LA TORRE, M., 1960. — La actividad bioeléctrica olfatoria por influencias hormonales, alarmínicas y gonadales. «An. Anat.» 43
LORENTE DE NO, R., 1922. — La corteza cerebral del ratón. «Trab. Lab. Invest. Biol. Univ. Madrid», 20 48
LORENTE DE NO, R., 1934a. — Etudies on the structure of the cerebral cortex. I. The area entorhinalis. «J. Psychol. Neurol. Lpz.», 45 48
LORENTE DE NO, R., 1934b. — Etudies on the structure of the cerebral cortex. II. Continuation of the study of the ammonic system. «J. Psychol. Neurol. Lpz.», 46 48
MAGOUN, H. W., 1935. — Maintenance of the light reflex after destruction of the superior colliculus in the cat. «Amer. J. Physiol.», 3 61
MAGOUN, H. W., 1952. — An ascending reticular activation system in the brainstem. «Arch. Neur. Psych.», 67, 145 39
MAGOUN, H., W., R. W. BARRIS y S. W. RANSON, 1932. — Stimulation of the hypothalamus with the Horsley-Clarke stereotaxis instrument. «Anat. Rec.», 53 63
MARCHI, E., ALGERI, 1885. — Sulle degenerazioni discendenti consecutive a lesioni della corteccia cerebrale. «Riv. Sperim. di Fren.», 11 62
MARTÍNEZ MILLAN, L.. 1971. — Aportaciones a la función cerebelosa; la distribución de las células de Purquinje, topográficamente consideradas. An. Anat. XX, 49, 157, 162 33
MARTÍNEZ ONA, J., 1952. — Vías centrífugas coliculares inferiores. «An. Anat.», 1, 111-122 .... 16, 21
MESTRES, P., 1965. — Aportaciones al conocimiento de la superficie de contacto adenoneurohipofisaria en el hombre. «An. Anat.», 14, 579-598 36
METTLER, F. A., 1945. — Fiber connections of the corpus striatum of the monkey and baboon. «J. comp. Neurol.», 82, 169-204 50
MILLER, F. E., 1924. — Viscero-motor reflexes. «II Amer. J. Physiol.», 71 44
MONIZ, E., 1926. — Tentatives operatoires dans le traitement de certaines psychoses. Masson et Cia. Paris 50
MORUZZI, G., y H. W. MAGOUN, 1949. — Brain stem reticular formation and activation of the EEG. «Clin. Neurophysiol.», 1, 455 .... 19, 39
MÜLLER, L. R., 1937. — Sistema nervioso vegetativo. Ed. Labor 13
NOWAKOWSKI, H., 1951. — Infundibulum und Tuber cinereum der Katze. «Dtsch. Z. Nervenheilk.», 165, 261-339 36
O'LEARY, J. L., 1937. — Structure of the primary cortex of the mouse. «J. comp. Neurol.», 67 48
O'LEARY, J. L., 1944. — The Role Architectonies in deciphering the electrical activity of the cortex (monografía). Precentral motor cortex. Edited by C. Bucy. The Illinois University Press 48
ORTMANN, R., 1951. — Über experimentelle Veränderungen der Morphologie des Hypophysen-Zwischenhirn-Systems und die Beziehungen der sogenannten Gomori-Substanz zum Adiuretin. «Z. Zellforsch.», 36, 92-140 36

Capítulos

PAPEZ, J. W., 1927. — Subdivision of the facial nucleus. «J. comp. Neurol.», 43. 23
PAPEZ, J. W., 1933. — Reticulo Spinal tracts in the Cats. Marchi method. «J. comp. Neurol.» 23
PAPEZ, J. W., y W. RUNDLES, 1937. — The dorsal trigeminal tract and the centre median nucleus of Luys. «J. Nerv. Ment. Dis.», 85, 505 60
PITTS, R. F., 1939. — Interrelation of the respiratory centers in the cat. «Amer. J. Physiol.», 126 19
PITTS, R. F., 1939. — The origin of respiratory rhymicity. «Amer. J. Psyhiol.», 127. 19
PITTS, R. F., 1940. — The respiratory center and its descending pathways. «J. comp. Neurol.», 72 19
PITTS, R. F., 1941. — The differentiation of respiratory centers. «Amer. J. Physiol.», 134 19
PITTS, R., F., H. W. MAGOUN y S. W. RANSON, 1939. — Localization of the medullary respiratory centers in the cats. «Amer. J. Physiol.», 126, 673 19
POLYAK, S., 1932. — The main afferent fiber system of the cerebral cortex in primates. Berkeley University of California Press 47
POPA, G. T., U. FIELDING, 1930. — A Portal circulation from the pituitary to the hypothalamus. «J. Anat. (Lond)», 65, 88-91 36
POPA, G. T., U. FIELDING, 1933. — Hypophysioportal vessels and their colloid accompaniment. «J. Anat. (Lond)», 67, 227-232 36
RAE, A. S. L., 1954. — The form and structure of the claustrum. «J. comp. Neurol.», 100, 15-36 48
RANSON, S. W., y S. W. RANSON JR., 1931. — Strionigral or Nigrostriatal Fibers. «Tr. Am. Neurol. A.», 67, 168-171 39
RANSON, S. W., 1934. — On the use of the Horsley-Clarke stereotaxic instrument. «Jour. Psych. a Neurol.», 38, 534 62
RANSON, S. W., y W. R. INGRAM, 1932. — The Diencephalic Course and Termination of the Medial Lemmniscus and the Brachium Conjunctivum. «J. comp. Neurol.», 56, 257 .... 16, 24
RANSON, S. W., RANSON JR. y MARY RANSON, 1941. — Fiber connections of corpus striatum as seen in Marchi preparations. «Arch. Neurol. Psychiat.», 46 230-249 62
RANSON, S. W., y M. RANSON, 1942. — Efferent fibers of the corpus striatum. «Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis.», 21, 69-76 .... 39, 58
RASDOLSKY, J., 1925. — Beitrage zur Architektur der Grauen Substanz des Rückenmark (Unter Benutzung einer neuen Methode der Farbung der Nervenfasernkollateralen). «Virchows Archiv.», 257, 356 62
REINOSO SUÁREZ, F., 1950. — Marcha de la degeneración walleriana desde el tegmentoencéfalo. «Act. Méd.», 36, 551 39
REINOSO SUÁREZ, F., 1951. — Aportaciones a la sistematización rubrífiga. «Act. Méd.», 37, 94 39
REINOSO SUÁREZ, F., 1953. — Anatomisch Kartesianischer Atlas zur Anwendung bei experimentellen Arbeiten am Katzengehirn durch Lokalisations methoden vor Horsley-Clarke und Hess. «Verhand. der Anat. Gesell.», 51, Vers. 153 55
REINOSO SUÁREZ, F., 1953. — Aportaciones a la estereotaxis del núcleo rojo. «An. Anat.», 2, 235-270 62
REINOSO SUÁREZ, F., 1954a. — Degeneración secundaria tras coagulaciones a nivel de la zona incerta. «An. Anat.», 3, 57-74 39
REINOSO SUÁREZ, F., 1954b. — Sobre las primeras fases de desarrollo de formaciones derivadas de la placa basal en mesencéfalo y diencéfalo. «An. Anat.», 3, 231-247 39
RHINES, R., y H. W. MAGOUN, 1946. — Brain stem facilitation of cortical motor response. «J. Neurophysiol.», 9, 219 39
RODRÍGUEZ, S., 1967. — Über die transneuronale Degeneration der optischen. Zentren der Ratte, besonders des Corpus geniculatum laterale. «Anat. Anz.», 120, 187-197 ....
ROMEIS, B., 1928. — Guía-Formulario de Técnica Histológica. Barcelona: Labor 62
ROMEIS, B., 1940. — Die Hypophyse. In Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Von Möllendorff Bd. VI/3. Berlin. Springer 36
ROMEIS, B., 1951/52. — Aussprache zu E. Hagen, Weitere histologische Ergebnis-

Capítulos

se an Hypophyse und Zwischenhirn des Menschen. «Anat. Anz. Erg. Bd.», 98, 94 ... 36

ROMERO SIERRA, C., 1961. — Aportaciones a las conexiones y actividad de los centros olfatorios. «An. Anat.», 10, 39-72 ... 48

ROMERO SIERRA, C., 1961. — El complejo amigdalino en relación con la actividad bioeléctrica encefálica. «An. Anat.», 10, 279-316 ... 48

ROSE, M., 1927. — Der Allocortex bei Tier und Mensch. «Jour f. Psychol. u. Neur.», 36 ... 41

ROSE, M., 1928. — Die ontogenie Inselrinde. «Jour f. Psychol. u. Neur.», 26 ... 48

SÁNCHEZ JOFREY, J., 1950. — Vías auditivas destacadas por lesiones laberínticas. «Act. Méd. Granada», Tesis Doctoral ... 23

SARRAT, R., 1963. — Reconstrucciones estereométricas de un encéfalo de rana a 100 × previa eliminación de la substancia blanca. «An. Anat.», 12, 409-428 ... 62

SARRAT, R., 1967. — Modificaciones de la pars intermedia y posterior de las hipófisis producidas por el hambre y sed. «An. Anat.», 16, 59-98 ... 36

SARRAT, R., 1968. — Veränderungen der Allocortex nach experimentellen Stoffwechselstörungen. «Verh. Anat. Ges. (Jena)», 62, 383-389 ... 42

SARRAT, R., 1969. — Histochemische Aspekte des Ammonshorns unter experimentellen Bedingungen. «Verh. Anat. Ges. (Jena)», 64, 235-238 ...

SARRAT, R., 1972. — Posibilidades de la técnica de Tim, para metales pesados, en el análisis de las transformaciones del substrato neuroendocrino. «An. Anat.», XXI, 53, 367-375 ... 42

SARRAT, R., y A. FACI, 1970. — Transformationen des Allocortex und Hypothalamus nach experimentellen Störungen durch Stoffmangel. «Verh. Anat. Ges. (Jena)», 65 ... 42

SARRAT, R., y J. GÓMEZ PERÚN, 1972. — Transformaciones gonadales producidas por dietas carenciales e inducción hormonal coriogonadotrófica. «An. Anat.», 53, 377-384 ... 43

SCHALTENBRAND, G., y P. BAILEY, 1959. — Einführung in die stereotaktischen Operationen (Mit einem Atlas des menschlichen Gehirns). Georg-Thieme, Stuttgart. 55

SCHALTENBRAND, G., y H. J. HUSCHMIDT, 1959. — Die Rolle des extrapyramidallen Systems in der Organisation des Motorik. (En el Schaltenbrand und P. Bailey. Einführung in die stereotaktischen operationen mit einem Atlas des mensch lichen Gehirns.) «Anat. Anz. Erg.-Bd.», 100, 1-27 ... 55, 56

SCHARRER, E., 1954. — Das Hypophysen-Zwischenhirnsystem der Wirbeltiere. «Anat. Anz. Erg.-Bd.», 100, 1-27 ... 35

SCHREINER, R. C., y A. KLING, 1953. — Behavior changes following rhinencephalic injury in cat. «Jour. Neurophysiol.», 16 ... 48

SELYE, H., y P. CONSTANTINIADES, 1948. — Das allgemine Ampassungssyndrom und die Ampassungskrankheiten. «Dtsch. mediz. Runschau. Monats. m. arztl. Akademie», 2, 161 ... 36

SCHEEHAN, D., 1932. — The cell station of the Vater-Pacinian corpuscle in retroperitoneal tissue. An afferent peripheral pathway in the sympathetic. «Brain», 55 ... 59

SMITH-AGREDA, J., 1961. — Relación a lo largo del desarrollo entre fascículos epitalámicos y subtalámicos. «An. Anat.», 10, 205-229 ... 37

SMITH-AGREDA, J., 1962. — Matriz y emigraciones del encéfalo humano en un embrión de 25 mm. (Una reconstrucción por el método de Born). «An. Anat.», 11, 417-428 ... 62

SMITH-AGREDA, J., 1963. — Stereometrische Rekonstruktionen der Matrixzonen im Nervenrohr und der abgeleiteten Migrationen beim menschlichen Embryo. First International Congress for Stereology. Wien Ostereich. Proceedings, 39, 1-6 ... 62

SMITH-AGREDA, J., 1965. — Encéfalo de feto humano de 145 mm (Reconstrucción estereométrica de 22 × con plástico espumoso mediante la eliminación de la substancia blanca). «An. Anat.», 14, 27-50 ... 62

SMITH-AGREDA, J., e I. FERNÁNDEZ-ORTEGA, 1967. — Aspectos nucleares de diferenciación neuronal revelados por el método de Klüver-Barrera. «An. Anat.», 16, 227-237 ... 46

SMITH-AGREDA, J., e I. FERNÁNDEZ-ORTEGA, 1969a. — Positividad neuronal por el luxol-fast-blue en relación con distintos métodos de inclusión. «An. Anat.», 18, 7-11. 46

Capítulos

SMITH-AGREDA, J., e I. FERNÁNDEZ-ORTEGA, 1969b.— Beitrag über die Reifung der graven Substanz des Zentralnervensystems nach der Klüver-Barrera-Methode. «Verh. Anat. Ges. (Jena)», 63, 501-505 ... 46

SMITH-AGREDA, J. e I. FERNÁNDEZ-ORTEGA, 1970a. — Zur Frage der Reifung am Zentralnervensystem nach einigen Färbungsmethoden. «Verh. Anat. Ges. (Jena)», 64, 201-205 ... 46

SMITH-AGREDA, J. e I. FERNÁNDEZ-ORTEGA, 1970b. — Neues über die Reifung einiger Zentren des Z.N.S. «Verh. Anat. Ges. (Jena)», 65 (en prensa) ... 46

SMITH-AGREDA, V., 1954. — Aportaciones al estudio de la topografía cartesiana del hipotálamo humano. «An. Anat.», 3, 247-273 ... 55

SMITH-AGREDA, V., 1956. — Beitrag zur Topographie und Chronologie der Neurosekretion. (Ein Studium beim Menschen in verschiedenen Stadien und Phasen). «Anat. Anz. Erg. Bd.», 102, 443-448 ... 35

SMITH-AGREDA, V., 1956a. — Aportaciones al conocimiento de la superficie de contacto adenoneurohipofisaria a nivel del hilio del lóbulo posterior. «An. Anat», 5, 243-252 ... 35

SMITH-AGREDA, V., 1957. — Lokaler Übertrit von Nervenfasern des Tr. supraoptico-hypophyseus in eine Abschnitt der pars intermedia bei der Katze. «Anat. Anz.», 104, 183-189 ... 35

SMITH-AGREDA, V., 1959. — Aportaciones al estudio de la orientación del tallo hipofisario. «An. Anat.», 8, 271-302 ... 55

SMITH-AGREDA, V., 1963. — Stereometrische Rekonstruktionen des Hypophysengefäszsystems. First International Congress for Stereology. Wien Ostereich. «Proceedings», 40, 1-5 ... 35

SMITH-AGREDA, V., 1964. — Aportaciones al conocimiento de la dinámica vascular adenoneurohipofisaria. «An. Anat.», 13, 365-408 ... 35

SOLER, J., 1950. — Aportaciones a la sistematización de las raíces sensibles raquídeas. «Act. Méd.», 36 ... 24

SOLER, J., 1958. — Sistematización y distribución nuclear de las vías radiculares sensibles aferentes al cordón medular posterior. Análisis crítico y resultados. «An. Anat.», 7 ... 15

SOLER, J., 1952. — Aportaciones a la investigación anatómica de las vías nerviosas centrales por proyección walleriana. «An. Anat.», 1, 39-58 ... 62

SOLER, J., 1954. — Die anwenbare Reichweite unserer neurofibrillären Silbermethode beim Studium des zentralen Nervensystems. «Verhand. der. Anat. Gells.», 52, Vers. ... 62

SPIEGEL, E. A., N. T. WYCIS, M. MARKS y A. J. LEE, 1947. — Stereotaxic Apparatus for operation on the human brain. «Science», 106 ... 55

SPATZ, H., 1921a. — Über die Vorgänge nach experimenteller. Rückenmarksdurchtrennung mit besonderer Berücksichtigung der Unterschiede der Reaktionsweise des reifen und des unreifen Gewebes nebst Beziehungen zur menschlichen Pathologie (Porencephalie und Syringomyelie). In Nissl u. Alzheimer, Histologische und histopathologische Arbeiten. «Erg. Bd. S.», 49-363, Jena: Gustav Fischer ... 59

SPATZ, H., 1921b. — Zur Anatomie der Zentren des Streifenhügels. «Münch. med. Wschr.», 68, 1441-1446 ... 41

SPATZ, H., 1922. — Die Beziehungen zwischen der Substantia nigra und dem Globus pallidus des Linsenkerns. «Anat. Anz. Erg. Bd.», 55, 159-180 ... 39

SPATZ, H., 1925. — Über die Entwicklungsgeschichte der basalen Ganglien des menschlichen Grosshirns. «Anat. Anz. Erg. Bd.», 60, 54-58 ... 41

SPATZ, H., 1934. — Die Bedeutung der vitalen Färbung für die Lehre vom Stroffaustausch zwischen dem Zentralnervensystem und dem übrigen Körper. «Arch. Psychiat. Nervenkr.», 101, 267-358 ... 21

SPATZ, H., 1937. — Über die Bedeutung der Basalen Rinde. «Z. ges. Neurol. Psychiat.», 158, 208-232 ... 49

SPATZ, H., 1949. — Zur Anatomie der vegetativen Zentren des Gehirns Hipophyse und Hypothalamus mit besonderer Berücksichtigung der Sexualfunktienen. «Hess. Ärztebl.», 8, 139-142 ... 35

SPATZ, H., 1950. — Menschwerdung und Gehirnentwicklung. «Nachr. Giessener Hochschul.», 20, 32-55 ... 49

Capítulos

SPATZ, H., 1951. — Neues über die Verknüpfung von Hypophyse und Hypothalamus. «Acta. Neuroveg. Wien.», 3, 5-49 35
SPATZ, H., 1952. — Neues über das Hypophysen-Hypothalamus System und die Regulation der Sexualfunktionen. «Regenburg. Jb. ärzt. Forbild.», 2, 311-332. 35
SPATZ, H., 1953. — Das Hypophysen-Hypothalamus System in seiner Bedeutung für die Fortpflanzung. «Anat. Anz. Erg. Bd.», 100, 46-86 35
SPATZ, H., y V. GAUPP, 1955. — Hypophysenstieldurchtrennung und Geschlechtsreifung. «Acta Neuroveg. Wien», 12, 285-328 35
SPATZ, H., 1955. — Die Evolution des Menschenhirns und ihre Bedeutung für die Sonderstellung des Menschen. «Nachr. Giessener Hochschul.», 25, 52-74 41
SPATZ, H., 1961. — Gedanken über die Zukunft des Menschenhirns und die Idee von Uebermenschen. In: Der Übermensch. (Hgb. E. Benz.) Zurich: Rhein-Verlag. 49
SWANK, R. L., y H. A. DAVENPORT, 1935. — Chlorate-osmic-formalin methods for staining degenerative myelin. «Stain Tech.», 10, 87 62
TALAIRICH, J., 1951. — Atlas d'Anatomie Stereotáxique. Masson y Cie. 55
TELLO, F., 1912. — Algunas observaciones sobre la histología de la hipófisis humana. «T. Labr. Invest. Biol. Univ. Madrid», 10, 145 36
TELLO, F., 1924. — La precocidad embrionaria del plexo de Auerbach y sus diferencias en intestino anterior y posterior. Trab. del Laboratorio de Investigaciones Biológicas, Madrid 13
TELLO, F., 1926. — Sobre la formación de las cadenas primarias y secundarias en el embrión del pollo. «Bol. Soc. Española de Biología», 3 13
TONUTTI, E., 1953. — Experimentelle Untersuchungen zur Pathophysiologie der Nebennierenrinde. «Dtsch. Gesell. f. Pathol.», Freiburg 36
VALDIZAN, J. R., 1973. — La F. R. subtalámica en relación con las funciones vegetativas (una aportación experimental a las alteraciones E.C.G.) «An. Anat.», Zaragoza, 22, 57 59
VALLS-TRIVES, L., 1961. — Aportaciones al estudio de la actividad bioeléctrica encefálica. «An. Anat.», 10, 175-188 62
VELASCO, I., 1967. — Aportaciones a la organización del allocortex diagonalis y de la formatio reticularis adyacente. «An. Anat.», 16, 109-179 41
VERA GIL, A., 1973. — Desarrollo del seno cavernoso en relación con el substrato regulador de la circulación encefálica. «An. Anat.», Zaragoza, 22, 55 59
VERNEY, E. B., 1947. — The antidiuretic hormone and the factors which determine ist release. Proc. roy. Soc.», 135, 25-106 42
VÖLSCH, M., 1906. — Zur Vergleichenden Anatomie des Mandelkerns und seiner Nachbargebilde. «Anat. Anz.», 5, 68 48
VRAA, J. G., Fr., 1948. — The motor nucleus of facial nerve. Copenhagen 18
WALSHE, F. M. R., 1924. — Observation of the nature of the muscular rigidity of paralysis agitans and on its relationship to tremor. «Brain», 47 58
WALLEMBER, A., 1896. — Die sekundäre Bahn des sensibles trigiminus. «Anat. Anz.», 12 59
WALKER, A. E., 1935. — The retrograde cell degeneration in the thalamus of Macacus rhesus following hemidecortication. «J. comp. Neurol.», 62 38
WALKER, A. E., 1924. — Relief of pain by mesencephalic tractomy. «Arch. Neurol. Psychiat.», Chicago, 1942, 48 38
WALKER, A. E., 1938. — The primates thalamus. Chicago, University of Chicago, Press 38
WALKER, A. E., 1939. — The origin course and terminations of the secondary pathways of the trigeminal nerve in primates. «J. comp. Neurol.», 71 38
WEED, L. H., 1938. — Meninges and cerebrospinal fluid. «J. Anat. (Lond)», 72, 181-215 54
WISLOCKI, G. B., y E. H. LEDUC, 1952. — Vital staining of the hematoencephalic barrier by silver nitrate and trypan blue, and cytological comparison of the neurohypophysis pineal body, area postrema, intercolumnar tubercle and supraoptic crest. «J. comp. Neurol.», 96, 371-413 37
WYSS, O. A. M., 1945. — Ein Hochfrequenz Koagulationsgerät zur reizlosen Ausschaltung. «Helv. Physiol. Acta.», 9, 437 62
ZARAZAGA, A., 1973. — Aportación a las isquemias experimentales. «An. Anat.», 22, 56. 59

ÍNDICE DE MATERIAS

El criterio *Unitario global* adoptado en el presente volumen, no permite que los *uniconceptos* destacados lleguen a independizarse más allá de cierto límite. Ello obliga, pues, a considerar siempre el *conjunto* y la *parte, simultáneamente.*

Y

Z